



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg

# Modulhandbuch

für den Studiengang

Master of Science Energietechnik

(Prüfungsordnungsversion: 20222)

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Industriepraktikum (M.Sc. Energietechnik 20222).....                                | 5   |
| Masterarbeit (M.Sc. Energietechnik 20222).....                                      | 6   |
| Mechanische Verfahrenstechnik.....                                                  | 7   |
| Planung elektrischer Energieversorgungsnetze.....                                   | 9   |
| Umweltverfahrenstechnik.....                                                        | 11  |
| Wahlmodul (FAU-weit).....                                                           | 13  |
| Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät..... |     |
| Advanced electrochemistry - from fundamentals to applications.....                  | 15  |
| Becoming an Innovative Engineer.....                                                | 18  |
| Biocatalytic energy systems.....                                                    | 20  |
| BWL für Ingenieure.....                                                             | 22  |
| Clean combustion technology.....                                                    | 24  |
| Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System.....                                | 26  |
| Elektrische Energiespeichersysteme.....                                             | 28  |
| Energiewirtschaft und Nachhaltigkeit.....                                           | 30  |
| Foundations of Materials Simulation.....                                            | 32  |
| Grundlagen der Messtechnik.....                                                     | 34  |
| Grundlagen der Schaltungstechnik.....                                               | 43  |
| Halbleiterbauelemente.....                                                          | 45  |
| Halbleitertechnik V - Halbleiter- und Bauelementemesstechnik (HL V).....            | 47  |
| Hochdrucktrenntechnik.....                                                          | 49  |
| Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering.....                  | 51  |
| Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service.....                  | 53  |
| Industrielles Management.....                                                       | 55  |
| Informatik für Ingenieure I.....                                                    | 56  |
| IT- und E-Business.....                                                             | 59  |
| Kommunikation in Technik-Wissenschaften.....                                        | 61  |
| Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods.....                            | 67  |
| Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools.....           | 69  |
| Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen.....                   | 71  |
| Numerik I für Ingenieure.....                                                       | 73  |
| Numerik II für Ingenieure.....                                                      | 75  |
| Optical diagnostics in energy and process engineering.....                          | 76  |
| Physikalisches Experimentieren 1: Elektronikpraktikum.....                          | 78  |
| Physikalisches Experimentieren 2.....                                               | 80  |
| Praktische Softwaretechnik.....                                                     | 82  |
| Reaktionstechnik (Vertiefung).....                                                  | 84  |
| Regelungstechnik A (Grundlagen).....                                                | 87  |
| Regenerative Energien (Wind, Sonne, Erdwärme).....                                  | 89  |
| Regenerative Energiesysteme.....                                                    | 91  |
| Renewable energies.....                                                             | 93  |
| Rheologie / Rheometrie mit Praktikum.....                                           | 95  |
| Software Projektmanagement.....                                                     | 98  |
| Systemlösungen für die Energiewende.....                                            | 100 |
| Werkstoffe und Erprobung im Automobilbau.....                                       | 103 |
| Hauptseminar.....                                                                   |     |
| Elektrische Energieversorgung.....                                                  | 105 |
| Hauptseminar Energieverfahrenstechnik.....                                          | 106 |
| Hauptseminar EVT (Master).....                                                      | 107 |
| Hochspannungs- und Diagnosetechnik.....                                             | 108 |

|                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Seminar Hochspannungs- und Diagnosetechnik.....                                                           | 110 |
| Moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung.....                                                 | 112 |
| Nachhaltige Energiesysteme.....                                                                           | 114 |
| Seminar Elektrische Antriebstechnik MA.....                                                               | 116 |
| Seminar 'Moderne Methoden der Regelungstechnik'.....                                                      | 118 |
| Seminar Moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung.....                                         | 120 |
| Seminar Nachhaltige Energiesysteme.....                                                                   | 122 |
| Seminar on Advanced Power Electronics Topics.....                                                         | 124 |
| Seminar Thermodynamik für Energietechniker.....                                                           | 126 |
| Seminar Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der<br>Energietechnik.....                   | 127 |
| Laborpraktikum.....                                                                                       |     |
| Lab Course in Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering.....                                  | 129 |
| Laborpraktikum Leistungselektronik.....                                                                   | 131 |
| Praktikum Elektrische Antriebstechnik MA.....                                                             | 133 |
| Praktikum Elektrische Energieversorgung.....                                                              | 135 |
| Praktikum Energieelektronik.....                                                                          | 137 |
| Praktikum Hochspannungstechnik.....                                                                       | 139 |
| Praktikum Stromrichter in der Energieversorgung.....                                                      | 141 |
| Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und<br>Energietechnik Praktikum..... | 142 |
| Praktikum Transmission System Operations and Control.....                                                 | 145 |
| Studienrichtung Elektrische Energietechnik.....                                                           |     |
| Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme.....                                           | 148 |
| Leistungselektronik.....                                                                                  | 150 |
| Modulgruppe Elektrische Energiesysteme (EES).....                                                         |     |
| Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme.....                                                        | 153 |
| Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen.....                                        | 155 |
| Hochleistungsstromrichter für die Elektrische Energieversorgung.....                                      | 157 |
| Hochspannungstechnik.....                                                                                 | 159 |
| Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung.....                                             | 161 |
| Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS... ..                           | 163 |
| Schutz- und Leittechnik.....                                                                              | 165 |
| Systemlösungen für die Energiewende.....                                                                  | 167 |
| Modulgruppe Elektrische Antriebe und Maschinen (EAM).....                                                 |     |
| Berechnung und Auslegung Elektrischer Maschinen.....                                                      | 171 |
| Elektrische Antriebstechnik I.....                                                                        | 173 |
| Elektrische Antriebstechnik II.....                                                                       | 176 |
| Elektrische Kleinmaschinen.....                                                                           | 179 |
| Elektrische Maschinen I.....                                                                              | 181 |
| Elektrische Maschinen II.....                                                                             | 183 |
| Linearantriebe.....                                                                                       | 185 |
| Pulsumrichter für elektrische Antriebe.....                                                               | 187 |
| Modulgruppe Leistungselektronische Systemtechnik (LS).....                                                |     |
| Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang.....                                                   | 191 |
| Power electronics for decentral energy systems.....                                                       | 193 |
| Schaltnetzteile.....                                                                                      | 196 |
| Thermisches Management in der Leistungselektronik.....                                                    | 198 |
| Studienrichtung Materialwissenschaften und Werkstofftechnik.....                                          |     |
| Konstruktionswerkstoffe I in der Energietechnik.....                                                      | 201 |
| Physikalische Chemie der Werkstoffe.....                                                                  | 203 |
| Modulgruppe Materialwissenschaften und Werkstofftechnik (MWT).....                                        |     |
| Konstruktionswerkstoffe II in der Energietechnik.....                                                     | 205 |

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Wahlpflichtmodul Materialwissenschaften und Werkstofftechnik (MWT3).....                        |     |
| Advanced Corrosion Science.....                                                                 | 208 |
| Advanced Semiconductor Materials.....                                                           | 211 |
| Allgemeine Werkstoffeigenschaften I.....                                                        | 212 |
| Allgemeine Werkstoffeigenschaften II.....                                                       | 213 |
| Crystal Growth 1.....                                                                           | 214 |
| Crystal Growth 2.....                                                                           | 216 |
| Crystal Growth 3.....                                                                           | 218 |
| Glas und Keramik für Energietechnik I.....                                                      | 219 |
| Glas und Keramik für Energietechnik II.....                                                     | 220 |
| Metallische Werkstoffe: Grundlagen.....                                                         | 221 |
| Metallische Werkstoffe: Technologien und Anwendungen.....                                       | 223 |
| Studienrichtung Verfahrenstechnik der Energiewandlung.....                                      |     |
| Technische Thermodynamik II.....                                                                | 226 |
| Turbomaschinen.....                                                                             | 228 |
| Modulgruppe Energieverfahrenstechnik (EVT).....                                                 |     |
| Fluid-Feststoff-Strömungen.....                                                                 | 231 |
| Grenzflächen in der Verfahrenstechnik.....                                                      | 233 |
| Mechanische Verfahrenstechnik II.....                                                           | 235 |
| Produktanalyse.....                                                                             | 237 |
| Prozessmaschinen und Apparatetechnik.....                                                       | 239 |
| Strömungsmechanik II.....                                                                       | 241 |
| Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und<br>Energietechnik..... | 243 |
| Transportprozesse.....                                                                          | 247 |
| Modulgruppe Erneuerbare Energien (EE).....                                                      |     |
| Biocatalytic energy systems.....                                                                | 250 |
| Chemische Energiespeicherung.....                                                               | 252 |
| Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen.....                                          | 254 |
| Grundlagen der Nanowissenschaften.....                                                          | 256 |
| Nanotechnology of Disperse Systems.....                                                         | 258 |
| Regenerative Energien (Wind, Sonne, Erdwärme).....                                              | 262 |
| Solar Energy Conversion.....                                                                    | 264 |
| Modulgruppe Verbrennungen und thermische Strömungsmaschinen (VTS).....                          |     |
| Clean combustion technology.....                                                                | 266 |
| Optical diagnostics in energy and process engineering.....                                      | 268 |
| Prozess- und Temperaturmesstechnik.....                                                         | 270 |
| Turboverdichter.....                                                                            | 274 |
| Modulgruppe Umweltschutz (US).....                                                              |     |
| Digitalisierung in der Energietechnik.....                                                      | 277 |
| Energiewirtschaft und Umweltrecht.....                                                          | 279 |
| Maschinenakustik.....                                                                           | 281 |
| Quantitative methods in energy market modelling.....                                            | 283 |
| Strömungsakustik.....                                                                           | 285 |

|   |                                 |                                                                                                       |                |
|---|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>1995 | <b>Industriepraktikum (M.Sc. Energietechnik 20222)</b><br>Internship / practical training on industry | <b>10 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen             | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!             |                |
| 3 | Lehrende                        | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!             |                |

|    |                                          |                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            |                                                                                                                                                                    |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!                                                                                                                              |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!                                                                                                       |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                              |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3                                                                                                                                                        |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Pflichtmodul Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   |                                                                                                                                                                    |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          |                                                                                                                                                                    |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!                                                                                                                  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)                                                                                                        |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                            |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                |

|   |                                 |                                                                                           |                |
|---|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>1999 | <b>Masterarbeit (M.Sc. Energietechnik 20222)</b><br>Master's thesis                       | <b>30 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen             | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! |                |
| 3 | Lehrende                        | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt! |                |

|    |                                          |                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            |                                                                                                                                                                    |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!                                                                                                                              |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!                                                                                                       |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                              |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 4                                                                                                                                                        |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Pflichtmodul Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)<br>schriftlich (6 Monate)                                                                                                                    |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (10%)<br>schriftlich (90%)                                                                                                                                |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!                                                                                                                  |
| 13 | <b>Wiederholung der Prüfungen</b>        | Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.                                                                                                   |
| 14 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 15 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)                                                                                                        |
| 16 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                            |
| 17 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                |

|   |                                  |                                                                                                                   |               |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92091 | <b>Mechanische Verfahrenstechnik</b><br>Mechanical process engineering                                            | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Mechanische Verfahrenstechnik (4 SWS)<br>Übung: Übung Mechanischen Verfahrenstechnik (2 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Peukert<br>Nabi Traore<br>Florentin Tischer                                               |               |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Peukert                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Im Rahmen des Moduls werden die wichtigsten Grundlagen disperser Partikelsysteme behandelt.</p> <p>Ausgehend von der Kennzeichnung disperser Systeme (Partikelgröße und Partikelform) wird zunächst die Bewegung einzelner Partikeln in Fluiden behandelt. Dann werden Partikelgrößenverteilungen eingeführt, Grundlagen des Trennens und des Mischens behandelt. Mit Hilfe der Dimensionsanalyse wird auch das Mischen und Rühren in Flüssigkeiten angeschnitten. Als Beispiele für Wechselwirkungen in dispersen Systemen werden die Benetzung als Grundlagen der Entfeuchtung sowie Haftkräfte als Grundlage für die Agglomeration behandelt. Als Beispiel für die Partikelproduktion wird das Zerkleinern behandelt. Die Dynamik disperser Systeme wird durch Populationsbilanzen beschrieben. Die Kennzeichnung von Packungen sowie deren Durchströmung werden anschliessend behandelt. Wirbelschicht, Förderung und eine Einführung in das Fließen von Schüttgütern schliessen die Vorlesung ab.</p>          |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen die Grundlagen der Partikeltechnik</li> <li>• verstehen die Bewegung von Partikeln und deren Partikelgrößenverteilungen</li> <li>• verstehen den Aufbau von Packungen und Schüttgütern sowie deren Durchströmung</li> <li>• erwerben Grundlagen über die Prozesse des Trennens, Mischens, Zerkleinerns und Fluidisierens sowie deren Beschreibung über Dimensionsanalysen und Populationsbilanzen</li> <li>• können durch zusätzliches Vertiefen in Übungen und Tutorien das Erlernte auf verfahrenstechnische Fragenstellungen anwenden und so eigenständig Probleme aus dem Bereich der mechanischen Verfahrenstechnik lösen</li> <li>• können die erlernten Grundlagen in wissenschaftlichen Experimenten anwenden und sind in der Lage diese zu planen und eigenständig durchzuführen</li> <li>• können die Ergebnisse der eigenständig durchgeführten Experimente protokollieren, analysieren sowie kritisch diskutieren</li> </ul> |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                          |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                    |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Pflichtmodul Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                            |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)                                                                                                                                                          |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                 |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                          |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                        |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                     |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                        |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Peukert: Skriptum zur Vorlesung<br><br>H. Rumpf: Particle Technology<br><br>Stiess: Mechanische Verfahrenstechnik<br><br>Schubert: Handbuch der Mechanischen Verfahrenstechnik |

|   |                                  |                                                                                                                                               |                 |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96360 | <b>Planung elektrischer Energieversorgungsnetze</b><br>Planning of power grids                                                                | <b>5 ECTS</b>   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Planung elektrischer Energieversorgungsnetze (2 SWS)<br><br>Vorlesung: Planung elektrischer Energieversorgungsnetze (2 SWS) | -<br><br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Johann Jäger                                                                                                                        |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Johann Jäger                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Das Modul behandelt unterschiedliche Aufgabengebiete der Planung elektrischer Netze zur Energieübertragung und -verteilung. Es werden sowohl öffentliche Netze der Energieversorgungsunternehmen als auch Industrienetze betrachtet.</p> <p>Zu den Aufgaben gehört unter anderem die Erstellung von möglichst genauen Lastprognosen, die Auswahl geeigneter Netzstrukturen, Sternpunktbehandlung und die Koordination des Netzschutzes. Dazu werden sowohl die physikalischen als auch die technischen Kriterien so wie die entsprechenden Kenngrößen und Berechnungsverfahren besprochen.</p>                                                                         |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die unterschiedlichen Aufgabengebiete der Planung elektrischer Netze,</li> <li>• verstehen die Unterschiede zwischen öffentlichen Energieversorgungsnetzen und Industrienetzen,</li> <li>• analysieren die grundlegenden Strukturen von Netzen,</li> <li>• verstehen die Methoden der Sternpunktbehandlung,</li> <li>• verstehen die Koordination des Netzschutzes,</li> <li>• analysieren detaillierte Lastprognosen und erstellen dafür einen Einsatzplan von Erzeugungseinheiten und</li> <li>• wenden Berechnungsverfahren im Hinblick auf die Planung von elektrischen Netzen an.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Grundlagen der elektrischen Energieversorgung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Pflichtmodul Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|    |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skriptum zur Vorlesung</li> <li>• Jäger, Johann; Romeis, Christian; Petrossian, Edmond: Duale Netzplanung: Leitfaden Zum Netzkompatiblen Anschluss Von Dezentralen Energieeinspeiseanlagen, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2016</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                                              |               |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94311 | <b>Umweltverfahrenstechnik</b><br>Environmental process engineering                                          | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Umweltverfahrenstechnik (2 SWS)<br>Übung: Übung zur Umweltverfahrenstechnik (1 SWS)               | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Detlef Freitag<br>Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Peukert<br>Markus Terlinden<br>Dr.-Ing. Christian Lübbert |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Matthias Thommes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Gesetzliche Grundlagen, Partikelabtrennung (Zyklon, Filter, Wäscher), Partikelmessstechnik, Gasförmige Schadstoffe: Zusammensetzung und Entfernung, Absorption, Adsorption, Ionenaustausch, Membranverfahren, reaktive Verfahren (Verbrennung), Kraftwerksabgase, Wasserreinigung: Art der Verunreinigungen, Grenzwerte, Abtrennung (Adsorptions- und Membranverfahren)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen gesetzliche Grundlagen des Umweltschutzes</li> <li>• kennen gängige Verfahren der Abtrennung gasförmiger und fester Schadstoffe</li> <li>• verstehen die thermodynamischen und mechanistischen Grundlagen der Verfahren</li> <li>• können für gegebene Probleme passende Verfahren auswählen und anwenden</li> <li>• kennen Apparate für die Trennverfahren</li> <li>• können diese Apparate dimensionieren</li> <li>• kennen reaktive Verfahren zur Schadstoffminderung und zugehörige Apparate</li> <li>• bewerten die Verfahren und Apparate bezüglich Energieeffizienz und Prozessintegration</li> <li>• kennen Messverfahren für partikuläre Verunreinigungen</li> <li>• können diese Messverfahren bezüglich Anwendungsgrenzen und möglicher Analysefehler bewerten</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Pflichtmodul Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|    |                                             |                                          |
|----|---------------------------------------------|------------------------------------------|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                               |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | keine Literaturhinweise hinterlegt!      |

|   |                                 |                                                                                           |                |
|---|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>1710 | <b>Wahlmodul (FAU-weit)</b><br>Elective Module C - Supplement Elective Modules            | <b>10 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen             | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! |                |
| 3 | Lehrende                        | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt! |                |

|    |                                          |                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            |                                                                                                                                                                    |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!                                                                                                                              |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!                                                                                                       |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                              |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Pflichtmodul Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   |                                                                                                                                                                    |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          |                                                                                                                                                                    |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!                                                                                                                  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)                                                                                                        |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                            |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                |

# Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät

|   |                                  |                                                                                                                                                                       |                 |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>48391 | <b>Advanced electrochemistry - from fundamentals to applications</b><br>Advanced electrochemistry - From fundamentals to applications                                 | <b>5 ECTS</b>   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Tutorial Advanced electrochemistry from fundamentals to applications (1 SWS)<br>Vorlesung: Advanced electrochemistry from fundamentals to applications (2 SWS) | -<br><br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Dr. Serhiy Cherevko<br>Prof. Dr. Karl Mayrhofer                                                                                                                       |                 |

|   |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
|---|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr. Karl Mayrhofer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>The module advanced electrochemistry provides a fundamental insight into electrochemical systems and discuss advanced electrochemical methods. Based on this knowledge, students will be able to understand electrochemical problems, suggest methods to solve them and understand the background of many practical electrochemical systems and applications, required for the understanding of electrochemical reactor technology. They will also get an insight into the fundamental research problems of modern electrochemistry. Practical electrochemical systems will be discussed that are either already of great economic importance or will become crucial in future applications. Students will gain knowledge on the most relevant applied electrochemical research topics, will have a clear view on the versatility of electrochemical devices and have an understanding of electrochemistry based energy systems and their potential. Several technologies of importance in energy conversion systems and the production of added-value chemicals like electrolyzers, fuel cells, flow batteries, supercapacitors, chloralkali process, organic electrosynthesis, aluminum production, but also corrosion, metal deposition, electroanalysis, electrochemical sensors, lithography galvoforming, semiconductors, information storage, bioelectrochemistry, photoelectrochemistry, conducting polymers, will be discussed.</p> <p>Setup of the module:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Electrochemical thermodynamics (5 lectures) introduction (scope and role of electrochemistry, short history), electrochemical potentials, Nernst-equation, electrodes, conductance, transference number, mobility, solvation of ions, the Born-equation, Debye-Hückel theory, junction potentials,</li> </ul> |  |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <p>ion selective electrodes (concept of pH, the glass electrode, other ion selective electrodes), transport phenomena, electrified interfaces: double layer theories, adsorption (adsorption isotherms), surface excesses, electrocapillary equation, electrokinetic properties</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrochemical kinetics (3 lectures) Tafel-equation, Butler-Volmer equation, theories of electron transfer, transition state theory, introduction to electrocatalysis (single crystals), rate-coverage relations</li> <li>• Electrochemical methods (7 lectures) electrochemical cells/ reactors, electrochemical instrumentation, potential step methods, potential sweep methods, galvanostatic methods, stripping analysis, hydrodynamic methods (RDE, RRDE), impedance (1 lecture), scanning techniques (electrochemical STM, SECM, SFC, AFM), electrochemistry coupled with spectroscopic techniques (in situ spectroelectrochemical techniques: UV-VIS, IR, X-ray, Raman etc), mass spectrometry, EQCM etc; intro to the second semester courses</li> </ul> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the thermodynamic and kinetic fundamentals of electrochemical processes</li> <li>• know of modern electrochemical methods and their application</li> <li>• critically read electrochemical literature</li> <li>• understand the principles of various electrochemical technologies</li> <li>• discuss electrochemical energy conversion approaches and their future potential</li> <li>• critically assess the current issues of implementation</li> <li>• understand the importance of electrochemical technologies in various fields</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|    |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrochemical methods: fundamentals and applications by A. J. Bard, L. R. Faulkner, 2nd ed., Wiley, 2000</li> <li>• Elektrochemie by C. H. Hamann, W. Vielstich, 4th ed., Wiley, 2005</li> <li>• Electrochemistry Principles, Methods, and Applications by C. M. A. Brett und A. M. O. Brett. Oxford University Press, 1993</li> <li>• Electrode kinetics for chemists, chemical engineers, and materials scientists by E. Gileadi, Wiley-VCH, 1993</li> <li>• Industrial Electrochemistry by D. Pletcher, F.C. Walsh, 2nd ed., Springer, 1990</li> <li>• Electrochemical Engineering: Science and Technology in Chemical and Other Industries by H. Wendt, G. Kreysa, Springer, 2013</li> <li>• Fundamentals of Electrochemistry by V. S. Bagotsky, 2nd ed., Wiley, 2005</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                            |                 |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47662 | <b>Becoming an Innovative Engineer</b><br>no english module name available for this module | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Becoming an innovative engineer (2 SWS)                                         | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Björn Eskofier<br>Marlies Nitschke                                               |                 |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Björn Eskofier<br>Marlies Nitschke                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>The online course "Becoming an innovative engineer will complement the technical knowledge which you gained in other courses. It therefore gives you a broad overview about various topics and empowers you to make use of your technical background to become an innovative engineer.</p> <p>The course comprises seven topics to fulfill the learning objectives described below:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Empowerment and Teamwork: Theory of enterprise content management which is fundamental for successful teamwork.</li> <li>2) Organizational Creativity: Individual creativity, team creativity, and organizational creativity since innovation requires creativity.</li> <li>3) Business Design: Insights into what must be considered when founding a business.</li> <li>4) Prototyping: Basics of prototyping as it is key for fast and efficient development.</li> <li>5) Agile Development: Agile development methods empowering them to manage their development workflow.</li> <li>6) Source Control via Git: How source code can be efficiently controlled using git.</li> <li>7) Testing of Software Systems: Fundamentals and principles of software testing which is necessary for every successful software product.</li> </ol> <p>This course is a shared online course of the [HMDA] <a href="https://www.masterhmda.eu/">https://www.masterhmda.eu/</a> partner universities and was created at the FAU with support of [EIT Health] <a href="https://eithealth.eu/">https://eithealth.eu/</a>.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>After completing this module, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• work successfully in a team.</li> <li>• to create innovative ideas.</li> <li>• explain what is important for a successful business.</li> <li>• efficiently realize software ideas.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|    |                                         |                                        |
|----|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (60 Minuten)                   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)                         |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester                      |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 0 h<br>Eigenstudium: 75 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                             |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch                               |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | keine Literaturhinweise hinterlegt!    |

|   |                                  |                                                                                                               |               |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47756 | <b>Biocatalytic energy systems</b><br>no english module name available for this module                        | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Lecture Biocatalytic Energy Systems (2 SWS)<br>Übung: Exercise Biocatalytic Energy Systems (3 SWS) | -<br>-        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Katharina Herkendell                                                                                |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Katharina Herkendell                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Content: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biocatalysts</li> <li>• Biocatalytic processes</li> <li>• Thermodynamics of biocatalytic processes</li> <li>• Kinetics of biocatalytic processes</li> <li>• Analysis techniques of biocatalytic processes</li> <li>• Application: Sensors</li> <li>• Application: Power generation</li> <li>• Application: biofuel synthesis Introduction to various biocatalytic energy systems</li> <li>• Potentials and challenges of biocatalytic energy conversion</li> </ul>                          |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | The students <ul style="list-style-type: none"> <li>• have a basic knowledge and understanding of biocatalytic processes</li> <li>• are able to develop and evaluate strategies for biocatalytic energy conversion and storage as well as bio-organic synthesis of value-added chemicals</li> <li>• understand the functionality and theory of common analysis tools for the characterization of biocatalytic systems</li> <li>• are able to show the advantages and disadvantages and the potentials of the reviewed applications</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | No preliminary knowledge is needed for a successful participation. However, basic knowledge of enzyme technology, microbiology, thermodynamics, electrochemistry, or reaction engineering can make it easier to get started.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Erneuerbare Energien (EE) Master of Science Energietechnik 20222<br>Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|    |                                             |                                                                                                                             |
|----|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>                  | nur im Sommersemester                                                                                                       |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                    |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                                                                                                                  |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch                                                                                                                    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Slides and further literature recommendations will be uploaded on StudOn.</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                               |               |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>82570 | <b>BWL für Ingenieure</b><br>Business studies for engineers                                   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: BWL für Ingenieure I (2 SWS)<br>Vorlesung mit Übung: BWL für Ingenieure II (2 SWS) | -<br>-        |
| 3 | Lehrende                         | Lars Friedrich<br>Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt                                                    |               |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>BW 1 (konstitutive Grundlagen):<br/>Grundlagen und Vertiefung spezifischer Aspekte der Rechtsform-, Standort-, Organisations- und Strategiewahl</p> <p>BW 2 (operative Leistungsprozesse):<br/>Betrachtung der unternehmerischen Kernprozesse Forschung und Entwicklung mit Fokus auf das Technologie- und Innovationsmanagement, Beschaffung und Produktion sowie Marketing und Vertrieb</p> <p>BW 3 (Unternehmensgründung):<br/>Grundlagen der Gründungsplanung und des Gründungsmanagements<br/>BW 3 Übung (Vertiefung und Businessplanerstellung):<br/>Vertiefung einzelner Schwerpunkte aus den Bereichen BW 1, 2 und 3 sowie ausgewählte Fallstudien zu wichtigen Elementen eines Businessplans</p>                                                                                                                                                                   |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben Kenntnisse über Grundfragen der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre</li> <li>• verstehen die Kernprozesse der Unternehmung und die damit verbundenen zentralen Fragestellungen</li> <li>• erwerben ein Verständnis für den Entwicklungsprozess der Unternehmung sowie deren Kernprozesse, insbesondere verfügen sie über breites und integriertes Wissen einschließlich der wissenschaftlichen Grundlagen in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Beschaffung, Produktion, Marketing und Vertrieb.</li> <li>• können Fragen des Technologie- und Innovationsmanagements anhand der Anwendung ausgewählter Methoden und Instrumente erschließen</li> <li>• wissen um die Bestandteile eines Businessplans, deren Bedeutung und sind in der Lage, diese zu verfassen und zu beurteilen</li> </ul> |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|    |                                         |                                         |
|----|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (60 Minuten)                    |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)                          |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester                       |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 2 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Voigt, Industrielles Management, 2008   |

|   |                                  |                                                                                                           |                      |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>42917 | <b>Clean combustion technology</b><br>no english module name available for this module                    | <b>5 ECTS</b>        |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Clean Combustion Technology (2 SWS)<br>Übung: Exercises in Clean Combustion Technology (2 SWS) | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Florian Bauer<br>Prof. Dr.-Ing. Stefan Will                                                               |                      |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Simon Aßmann<br>Prof. Dr.-Ing. Stefan Will                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Introduction to combustion technology: fundamentals, laminar flames, turbulent flames, combustion modeling , pollutant formation, application. Introduction to numerical simulation of flows with combustion.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Students will... <ul style="list-style-type: none"> <li>• gain in-depth technical and methodological knowledge in combustion technology, combustion modeling, pollutant formation and engineering applications</li> <li>• are able to characterize different flame types and evaluate technical applications with respect to efficiency and pollutants</li> <li>• can describe global reaction equations as well as simple flames with thermodynamic conservation equations</li> <li>• are familiar with the interdisciplinary approach at the interface of fluid mechanics, thermodynamics and reactive flows</li> <li>• have an understanding of methods of experimental and numerical combustion analysis</li> <li>• are capable of entering university as well as industrial research and development in current topics of energy engineering</li> <li>• are familiar with the development in the field of applicative and engineered combustion systems</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Basic knowledge of thermodynamics and fluid mechanics is recommended. Also suitable for students in other disciplines (chemistry, physics, mathematics, mechanical engineering, mechatronics, computational engineering).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Verbrennungen und thermische Strömungsmaschinen (VTS) Master of Science Energietechnik 20222<br>Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|    |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>                  | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Warnatz, J., Maas, U., Dibble, R. "Verbrennung", 3. Auflage, Springer-Verlag, 2001</li> <li>• Warnatz, J., Maas, U., Dibble, R. "Combustion", 4th Edition, Springer-Verlag, 2006</li> <li>• Joos, F. "Technische Verbrennung", Springer-Verlag, 2006</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                                 |                 |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>95270 | <b>Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System</b><br>Machine tools as a mechatronic system | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System (2 SWS)                              | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Eva Russwurm<br>Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm                                               |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung der Mechatronik im Werkzeugmaschinenbau</li> <li>• Grundlegende Begrifflichkeiten mit Bezug auf den Werkzeugmaschinenbau zu den Themen Mechanik, Elektrotechnik und Software</li> <li>• Analyse, Modellierung und Regelung von Werkzeugmaschinen</li> <li>• CNC-Steuerungstechnik für die Werkzeugmaschine</li> <li>• Parallelkinematik-Maschinen</li> <li>• Evolution der Drehmaschinen</li> <li>• Vertikale und horizontale IT-Integration</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wesentliche mechatronische Komponenten der Werkzeugmaschine zu benennen und zu erläutern.</li> <li>• Modellversuche zur elektrischen Antriebstechnik durchzuführen.</li> <li>• eine analytische Vorgehensweise zur regelungstechnischen Modellbildung anzuwenden.</li> <li>• Regelungstechnische Möglichkeiten der elektrischen Antriebstechnik darzustellen.</li> <li>• die CNC Verfahrenskette vom CAD-Geometriemodell zur Werkzeugposition zu erklären.</li> <li>• Konsequenzen alternativer Maschinenkonzepte (Parallelkinematiken, modulare Maschinen) zu erläutern.</li> <li>• Werkzeugmaschinen als IT-Komponenten (horizontale und vertikale Integration und Kommunikation) darzustellen.</li> <li>• Mechatronische Systeme im allg. Maschinenbau anzuwenden und die Konzepte der Werkzeugmaschine auf andere Maschinenbau-Applikationen zu übertragen.</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |

|    |                                         |                                         |
|----|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)                          |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester                   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | keine Literaturhinweise hinterlegt!     |

|   |                                  |                                                                                               |               |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94971 | <b>Elektrische Energiespeichersysteme</b><br>no english module name available for this module | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Elektrische Energiespeichersysteme (3 SWS)                                         | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Martin März<br>Dr.-Ing. Bernd Eckardt                                               |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Thomas Eberle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Introduction to electric energy storage systems and their applications regarding the mode of operation and load scenarios in mobile and stationary applications</p> <p>Basics on electrochemical and physical energy storage systems as well as the used electronics for measuring (e.g. battery management system (BMS)) and connecting the storage to the source or load (e.g. power electronic).</p> <p>Different electrochemical storage systems (Pb, NiCd, NiMH, NaNiCl<sub>2</sub>, Lilo), fuel cells, flywheels, capacitors and thermal storages</p> <p>Basics on analytic calculations of necessary ratings for mobile and stationary applications according to capacity, charge and discharge power, losses and lifetime</p> <p>Safety aspects using energy storage systems</p> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Students who participate in this course get basic knowledge on the use and selection of different electric energy storage systems. Therefore the most common used electrochemical storage systems are presented and the specific properties are discussed. Further on storage solutions based on capacitors, flywheels and fuel cells are covered.</p> <p>The basic electric performance and the system behavior is described. For different applications the students learn to specify the necessary requirements, to work with available datasheets and to configure electric storage systems.</p>                                                                                                                                                                                     |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Prerequisites:</p> <p>To succeed in this course, students will need basic knowledge in chemistry and electronics.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152</p> <p>Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|    |                                             |                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                      |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                   |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                      |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, 2 . überarbeitete Auflage,<br>Andreas Jossen, Wolfgang Weydanz, ISBN: 978-3-736-99945-9<br><br>Handbuch Lithium-Ionen-Batterien, Herausgeber: Korthauer, Reiner<br>(Hrsg.) , ISBN 978-3-642-30653-2 |

|   |                                  |                                                                                                                      |                 |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>85781 | <b>Energiewirtschaft und Nachhaltigkeit</b><br>no english module name available for this module                      | <b>5 ECTS</b>   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Energiewirtschaft und Nachhaltigkeit Übung (1 SWS)<br>Vorlesung: Energiewirtschaft und Nachhaltigkeit (2 SWS) | -<br><br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Karl Gregor Zöttl                                                                                          |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Karl Gregor Zöttl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | In dieser Veranstaltung wird ein grundlegender Überblick über die wichtigsten ökonomischen Aspekte von Energiemärkten vermittelt und deren Rolle bei einer nachhaltigen Transformation im Zusammenhang mit dem Klimawandel detailliert beleuchtet. Aufgrund der geplanten Elektrifizierung im Verkehrsbereich (z.B. E-Autos und Wasserstoff) und im Wärmebereich (z.B. Wärmepumpen) kommt dem Stromsektor hierbei eine zentrale Rolle zu. Ein Schwerpunkt liegt auf der Vermittlung der Funktionsweise und der quantitativen Analyse von Strommärkten. Die sich hierbei stellenden Herausforderungen werden diskutiert und auch quantitativ analysiert. |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erhalten einen Überblick über die Besonderheiten von Energiemärkten und deren Rolle einer Transformation im Zusammenhang mit dem Klimawandel</li> <li>• lernen insbesondere die Märkte für elektrische Energieversorgung im Detail kennen und können selbstständig grundlegende quantitative Analysen durchführen</li> <li>• können die aktuellen Herausforderungen bei der Transformation der Energiemärkte nennen und erläutern.</li> <li>• erhalten einen Überblick über aktuell diskutierte Lösungsansätze und können diese bewerten.</li> </ul>                                          |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Grundkenntnisse in Mikroökonomie;<br>Erfolgreicher Abschluss der Assessmentphase                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Projekt-/Praktikumsbericht<br>Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Projekt-/Praktikumsbericht (20%)<br>Klausur (80%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|    |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <p>Energiewirtschaft 2020, Andreas Löschel, Wolfgang Ströbele, Wolfgang Pfaffenberger, Michael Heuterkes, Oldenbourg</p> <p>CSR und Energiewirtschaft 2019, Alexandra Hildebrandt, Werner Landhäußer</p> <p>Fundamentals of Power System Economics 2018, Daniel Kirschen und Goran Strbac, Wiley</p> <p>Praxisbuch Energiewirtschaft 2017, Panos Konstantin</p> |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>46271 | <b>Foundations of Materials Simulation</b><br>no english module name available for this module                                                                                                                                                                                   | <b>10 ECTS</b>                           |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | <p>Vorlesung: Multi-scale Simulation Methods I (Lecture) (1 SWS)</p> <p>Praktikum: Kernfachpraktikum Werkstoffsimulation (WW8) (0 SWS)</p> <p>Seminar: Introduction to Advanced Maths and Calculus (1 SWS)</p> <p>Übung: Multi-scale Simulation Methods I (Tutorial) (1 SWS)</p> | <p>-</p> <p>6 ECTS</p> <p>-</p> <p>-</p> |
| 3 | Lehrende                         | PD Dr. Paolo Moretti<br>Prof. Dr. Michael Zaiser                                                                                                                                                                                                                                 |                                          |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | PD Dr. Paolo Moretti                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mathematical and numerical background in materials simulation;</li> <li>2. Molecular dynamics;</li> <li>3. Monte Carlo methods;</li> <li>4. Kinetic Monte Carlo method;</li> <li>5. Finite element method;</li> <li>6. Phase field method;</li> <li>7. Lattice and network models.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                    |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gain an overview of the problem of materials simulation across scales</li> <li>• acquire knowledge on the general aspects of both atomistic and continuum modeling</li> <li>• gain experience in the practical application of these methods to real problems of materials mechanics modeling.</li> <li>• learn techniques of programming and data analysis of relevance in materials science</li> <li>• which includes theoretical content and hands-on experience</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|    |                                             |                                           |
|----|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 120 h<br>Eigenstudium: 180 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 2 Semester                                |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch                                  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | keine Literaturhinweise hinterlegt!       |

|   |                                  |                                                                                                    |               |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94510 | <b>Grundlagen der Messtechnik</b><br>Fundamentals of metrology                                     | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Grundlagen der Messtechnik - Übung (2 SWS)<br>Vorlesung: Grundlagen der Messtechnik (2 SWS) | -<br>-        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte                                                                       |               |

|   |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p><b><u>Inhalt (Vorlesung):</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Grundlagen</li> <li>• Was ist Metrologie: Metrologie und Teilgebiete, Einsatzbereiche, historische Entwicklung des Einheitssystems, SI-Einheitensystem SI-Einheiten (cd, K, kg, m, s, A, mol) Größe, Größenwert Extensive und intensive Größen Messung, Messgröße, Maßeinheit, Messergebnis, Messwert, Gebrauch und korrekte Angabe der Einheiten, Schreibweisen von Größenwerten, Angabe von Einheiten Grundvoraussetzungen für das Messen Rückführung der Einheiten</li> <li>• Messprinzipien, Messmethoden und Messverfahren: Messprinzip, Messmethode, Messverfahren Einteilung der Messmethoden, Ausschlagmessmethode, Differenzmessmethode, Substitutionsmessmethode und Nullabgleichsmethode (Kompensationsmethode) Prinzip eines Messgerätes, direkte und indirekte Messmethoden Kennlinie und Kennlinienarten, analoge und digitale Messmethoden, kontinuierliche und diskontinuierliche Messung, Auflösung, Empfindlichkeit, Messbereich absolute und inkrementelle Messmethoden</li> <li>• Statistik Auswertung von Messreihen: Berechnung eines Messergebnisses anhand von Messreihen Grundbegriffe der deskriptiven Statistik Darstellung und Interpretation von Messwertverteilungen (Histogramme) Häufigkeit (absolute, relative, kumulierte, relative kumulierte) Berechnung und Interpretation grundlegender Parameter: Lage (Mittelwert, Median, Modus), Streuung (Spannweite, Varianz, Standardabweichung, Variationskoeffizient), Form (Schiefe, Kurtosis bzw. Exzess) Grundbegriffe der Stochastik, Wahrscheinlichkeiten, Verteilungen (Rechteck-, U- und Normalverteilung), Zentraler Grenzwertsatz, statistische Momente Grundbegriffe der analytischen Statistik, statistische Tests und statistische Schätzverfahren Korrelation und Regression</li> <li>• Messabweichungen und Messunsicherheit: Messwert, wahrer Wert, Ringvergleich, vereinbarter Wert Einflüsse auf die Messung (Ishikawa-Diagramm) Messabweichung (absolute, relative, systematische, zufällige) Umgang mit Messabweichungen, Korrektur bekannter systematischer Messabweichungen Kalibrierung, Verifizierung, Eichung Messpräzision, Messgenauigkeit, Messrichtigkeit</li> </ul> |

Wiederholbedingungen/-präzision, Vergleichsbedingungen/-präzision, Erweiterte Vergleichsbedingungen/-präzision Fehlerfortpflanzungsgesetz (altes Konzept), Messunsicherheit, Eigenunsicherheit, Übersicht über Standardverfahren des GUM (Messunsicherheit), korrekte Angabe eines Messergebnisses

- Messgrößen des SI-Einheitensystems
- Messen elektrischer Größen und digitale Messtechnik: SI-Basiseinheit Ampere, Widerstands- und Spannungsnormale, Messung von Strom und Spannung, Lorentzkraft, Drehspulmesswerk, Bereichsanpassung Widerstandsmessung, strom- und spannungsrichtige Messung, Wheatstonesche Brückenschaltung (Viertel-, Halb- und Vollbrücke, Differenzmethode und Kompensationsmethode) Charakteristische Werte sinusförmiger Wechselgrößen, Dreheisenmesswerk, Wechselspannungsbrücke Messsignale, dynamische Kennfunktionen und Kennwerte, Übertragungsfunktionen (Frequenzgänge) Digitalisierungskette, Zeit- und Wertdiskretisierung, Alias-Effekte, Shannons Abtasttheorem, Filter, Operationsverstärker (Invertierender Verstärker, Nichtinvertierender Verstärker, Impedanzwandler, invertierender Addierer, Differenzverstärker, Integrierer, Differenzierer, Instrumentenverstärker), Abtast-Halte-Glied, Analog-Digital-Wandlung, Abweichungen bei der Analog-Digital-Wandlung Universelle Messgeräte (Digitalmultimeter, analoge und digitale Oszilloskope)
- Messen optischer Größen: Licht und Eigenschaften des Lichtes Empfindlichkeitsspektrum des Auges Radiometrie und Photometrie SI-Basiseinheit Candela (cd, Lichtstärke) Strahlungsfluss, radiometrisches (fotometrisches) Grundgesetz, photometrische und radiometrische Größen Strahlungsgesetze Fotodetektoren (Fotowiderstände, Fotodioden, Betriebsarten, Bauformen, CCD- und CMOS-Sensoren)
- Messen von Temperaturen: Temperatur, SI-Basiseinheit Kelvin, Definition, Wärmeübertragung (Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung) Thermodynamische Temperatur Primäre und sekundäre Temperaturmessverfahren, praktische Temperaturskalen, Fixpunkte (Tripelpunkte, Erstarrungspunkte), Fixpunktzellen, klassische Temperaturskalen, internationale Temperaturskala (ITS-90) Berührungsthermometer, thermische Messabweichungen, thermische Ausdehnung, Gasthermometer, Flüssigkeitsglasthermometer, Bimetall-Thermometer, Metall-Widerstandsthermometer (Kennlinie, Genauigkeit, Bauformen, Messschaltungen), Thermoelemente (Seebeck-Effekt, Bauformen, Ausgleichsleitungen,

Messschaltungen) Strahlungsthermometer (Prinzip, Strahlungsgesetze, Pyrometer, Messabweichungen)

- Zeit und Frequenz: SI Basiseinheit Sekunde, Zeitmessung (Aufgaben, Historie, mechanische Uhren, Quarzuhren, Atomuhr) Darstellung der Zeit Verbreitung der Zeitskala UTC Globales Positionssystem (GPS) Frequenz- und Phasenwinkelmessung
- Längenmesstechnik: SI Basiseinheit Meter Messschieber, Abbesches Komparatorprinzip, Bügelmessschraube, Abweichungen 1.- und 2.-Ordnung Längenmessung mit Linearencodern (Bewegungsrichtung, Ausgangssignale, Differenzsignale, Demodulation) Absolutkodierung (V-Scannen und Gray Code) Interferometrie, Michelson-Interferometer, transversale elektromagnetische Wellen, Grundlagen der Interferenz, destruktive und konstruktive Interferenz, Homodynprinzip, Heterodynprinzip, Interferenz am Homodyninterferometer, Demodulation am Homodyn- und Heterodyninterferometer, Einfluss Luftbrechzahl, Realisierung der Meterdefinition, Reflektoren und Aufbau von Interferometern, induktive Längenmessung, kapazitive Längenmessung, Laufzeitmessung
- Masse, Kraft und Drehmoment: SI Basiseinheit Kilogramm, Definition Masse, Kraft und Drehmoment Massenormale (Vergleiche, Bauformen und Abweichungsgrenzen), Prinzip der Masseableitung, Stabilität der Einheit und Neudefinition Messprinzipien von Waagen, Einflussgrößen bei Massebestimmung (lokale Erdbeschleunigung, Luftauftrieb), Balkenwaage (unterschälige Waagen, Empfindlichkeit, Bauformen, oberchalige Waagen, Ecklastabhängigkeit), Federwaage, DMS, Verformungskörper, DMS-Waage, EMK-Waage, Massekomparatoren Drehmomentmessung (Reaktions- und Aktionsdrehmoment)
- Teilgebiete der industriellen Messtechnik
- Prozessmesstechnik: Messgrößen der Prozessmesstechnik Definition des Druckes, Druckarten (Absolutdruck, Überdruck, Differenzdruck) Druckwaage (Kolbenmanometer), U-Rohrmanometer und -Barometer, Rohrfederanometer, Plattenfederanometer Drucksensoren (mit DMS, piezoresistiv, kapazitiv, piezoelektrisch) Durchflussmessung (Volumenstrom und Massestrom, Strömung von Fluiden) volumetrische Verfahren, Wirkdruckverfahren, magnetisch-induktive Durchflussmessung, Ultraschall-Durchflussmessung Massedurchflussmessung (Coriolis, thermisch)
- Fertigungsmesstechnik: Aufgaben, Methoden, Ziele und Bereiche der Fertigungsmesstechnik Gestaltparameter von Werkstücken (Mikro- und Makrogestalt), Geometrische Produktspezifikation (GPS), Gestaltabweichungsarten Geräte und Hilfsmittel der Fertigungsmesstechnik, Gegenüberstellung klassische Fertigungsmesstechnik

und Koordinatenmesstechnik, Auswertung Bauarten und Grundstruktur von Koordinatenmessgeräten Vorgehensweise bei Messen mit einem Koordinatenmessgerät

**Inhalt (Übung):**

- Grundlagen der Elektrotechnik (Wiederholung von Grundlagen)
- Statistik Auswertung von Messreihen (Histogramme, Hypothesentest, Konfidenzintervalle, statistischen Maßzahlen)
- Korrelation und Regression (Korrelationskoeffizient, Fehlerfortpflanzung, Residuenanalyse)
- Messabweichungen, Einführung in die Messunsicherheitsberechnung (Kompensation systematischer Abweichungen, Messunsicherheitsanalyse einer einfachen Messung)
- Elektrische Größen, Messelektronik und Analog-Digital-Umsetzung (Abweichungsberechnung bei der Strommessung, Anpassungsnetzwerk für ein Drehspulinstrument, Bereichsanpassung mit einem Operationsverstärker)
- Anwendung der Wheatstoneschen Brückenschaltung bei Messungen mit Dehnungsmessstreifen
- Messungen mit Fotodioden bei unterschiedlichen Betriebsarten
- Temperaturmesstechnik (Aufgaben zu Metall-Widerstandsthermometern und Pyrometern)
- Längenmesstechnik (Abbesche Prinzip, Induktivität eines Eisenkerns mit Luftspalt, Foliendickenmessung mittels einer kapazitiven Messeinrichtung)
- Messen von Kraft und Masse (Massewirkung, Balkenwaage, Federwaage, piezoelektrischer Kraftsensor)
- Prozessmesstechnik (Druck- und Durchflussmessung, U-Rohrmanometer, Corioliskraftmessung, Ultraschallmessverfahren, Turbinenzähler)
- Fertigungsmesstechnik (Standardgeometrieelemente, Angabe von Toleranzen, Prüfen von Rundheitsabweichungen mit Hilfe eines Feinzeigers)

**Contents:**

- General basics
- What is metrology: Metrology and branches, application fields, historical development of the unit system, SI unit system Definitions of SI units (cd, K, kg, m, s, A, mol) Quantity, quantity value Extensive and intensive quantities Measurement, measurand, measurement unit, measurement result, measured quantity value Correct use and notation of units and of quantity values Basic requirements for the measurement Traceability
- Principles, methods and procedures of measurement: Principles, methods and procedures of measurement Classification of measurement methods, deflection, differential, substitution and compensation measurement methods

Principle of a measuring instrument, direct and indirect measurement methods Characteristic curve, types of characteristic curves, analogue and digital measurement methods, continuous and discontinuous measurement, resolution, sensitivity, measuring interval Absolute and incremental measurement methods

- Statistics Evaluation of measurements series: Calculation of a measurement result based on measurement series Basic terms of descriptive statistics Presentation and interpretation of measured value distributions (histograms) Frequency (absolute, relative, cumulative, relative cumulative) Calculation and interpretation of basic parameters: location (mean, median, mode), dispersion (range, variance, standard deviation, coefficient of variation), shape (skewness, excess, kurtosis) Basic terms of stochastics, probabilities, distributions (rectangle, U and normal distribution), central limit theorem, statistical moments Basic terms of analytical statistics, statistical tests and statistical estimation methods Correlation and regression
- Measurement errors and measurement uncertainty: Measured value, true value, key comparison, conventional quantity value Influences on the measurement (Ishikawa diagram) Measurement error (absolute, relative, systematic, random) Handling of errors, correction of known systematic measurement errors Calibration, verification, legal verification Measurement precision, accuracy and trueness Repeatability conditions and repeatability, intermediate precision condition and measurement precision, reproducibility condition of measurement and reproducibility Error propagation law (old concept), measurement uncertainty, definitional uncertainty, overview of standard method of the GUM (measurement uncertainty), correct specification of a measurement result
- Mesurands of the SI system of units
- Measurement of electrical quantities: SI base unit Ampere, resistance and voltage standards, measurement of current and voltage, Lorentz force, moving coil instrument, range adjustment Resistance measurement, current and voltage correct measurement, Wheatstone bridge circuit (quarter, half and full bridge, differential method and compensation method) Characteristic values of sinusoidal alternating quantities, moving iron instrument, alternating voltage bridge Measuring signals, dynamic characteristic functions and characteristics, transfer functions (frequency responses) Digitalisation chain, time and value discretization, aliasing, Shannons sampling theorem, filter, operational amplifier (inverting amplifier, non-inverting amplifier, impedance converter, inverting summing amplifier, differential amplifier, integrating amplifier, differentiating amplifier, instrumentation amplifier), sample-and-hold device, analogue-digital conversion, errors of

analogue-to-digital conversion Universal measuring devices (digital multimeter, analogue and digital oscilloscopes)

- Measurement of optical quantities: Light and properties of light Sensitivity spectra of the eye Radiometry and photometry SI base unit candela (cd, luminous intensity) Radiant flux, radiometric (photometric) fundamental law, photometric and radiometric quantities Radiation laws Photo detectors (photo resistors, photo diodes, modes of operation, designs, CCD and CMOS sensors)
- Measurement of temperatures: Temperature, SI base unit Kelvin, definition, heat transfer (conduction, convection, radiation) Thermodynamic temperature Primary and secondary temperature measurement methods, practical temperature scales, fixpoints (triple points, freezing points), fixpoint cells, classical temperature scales, International Temperature Scale (ITS-90) Contact thermometers, thermal measurement errors, thermal expansion, gas thermometer, liquid thermometer, bimetal thermometer, metal resistance thermometers (characteristic curve, accuracy, designs, circuits), thermocouples (Seebeck effect, designs, extension wires, measurement circuits) Radiation thermometer (principle, radiation laws, pyrometers, measurement errors)
- Time and frequency: SI base unit second, time measurement (tasks, history, mechanical clocks, quartz clock, atomic clock) Representation of time Propagation of UTC Global Positioning System (GPS) Frequency and phase angle measurement
- Length: SI base unit metre Calliper, Abbe comparator principle, micrometer, errors 1st and 2nd order Length measurement with linear encoders (motion direction, output signals, differential signals, demodulation) Absolute coding (V-Scan and Gray code) Interferometry, Michelson interferometer, transversal electromagnetic waves, basics of interference, destructive and constructive interference, homodyne principle, heterodyne principle, interference on homodyne interferometer, demodulation at homodyne and heterodyne interferometer, influence of air refractive index, realisation of the metre definition, reflectors and assembly of interferometers, inductive length measurement, capacitive length measurement, time of flight measurement
- Mass, force and torque: SI base unit kilogram, definition of mass, force and torque Mass standards (comparisons, types, deviation limits), principle of mass dissemination, stability of the unit and redefinition Measurement principles of weighing, influences for mass determination (local gravitational acceleration, air buoyancy), beam balance (hanging pan balances, sensitivity, types, top pan balances, corner load sensitivity), spring balance, DMS, deformation elements, DMS balance, EMC balance, mass comparators Measurement of torque (reactive and active)

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Branches of industrial metrology</li> <li>• Process measurement technology: Quantities of process measurement technology Definition of pressure, pressure types (absolute pressure, overpressure, differential pressure) Deadweight tester (piston manometer), U-tube manometer and barometer, bourdon tube gauge, diaphragm pressure gauge Pressure sensors (with DMS, piezoresistive, capacitive, piezoelectric) Flow measurement (volume flow and mass flow, flow of fluids) Volumetric method, differential pressure method, magneto-inductive flowmeter, ultrasonic flow measurement Mass flow rate measurement (Coriolis, thermal)</li> <li>• Manufacturing metrology: Tasks, methods, objectives and branches of manufacturing metrology Form parameters of workpieces (micro-and macro-shape), geometrical product specification (GPS), geometrical tolerances Comparison of classical manufacturing metrology and coordinate metrology, evaluation Designs and basic structure of coordinate measuring machines Procedure for measuring with a coordinate measuring machine</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p><b>*Wissen*</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen grundlegende statistische Methoden zur Beurteilung von Messergebnissen und Ermittlung von Messunsicherheiten.</li> <li>• Die Studierenden kennen grundlegende Messverfahren zur Erfassung der Messgrößen aller SI-Einheiten.</li> <li>• Die Studierenden kennen das Basiswissen zu Grundlagen der Messtechnik und messtechnischen Tätigkeiten.</li> <li>• Die Studierenden haben Grundkenntnisse zur methodisch-operativen Herangehensweise an Aufgaben des Messens statischer Größen, zum Lösen einfacher Messaufgaben und zum Ermitteln von Messergebnissen aus Messwerten.</li> </ul> <p><b>*Verstehen*</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Eigenschaften von Messeinrichtungen und Messprozessen beschreiben.</li> <li>• Die Studierenden können das Internationale Einheitensystem und die Rückführung von Messergebnissen beschreiben.</li> </ul> <p><b>*Anwenden*</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können einfache Messungen statischer Größen durchführen.</li> <li>• Die Studierenden können Messunsicherheiten komplexer Messeinrichtungen bei gegebenen Eingangsgrößen berechnen.</li> </ul> <p><b>*Evaluieren (Beurteilen)*</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ The students know basic statistical methods for the evaluation of measurement results and the determination of measurement uncertainties.</li> <li>◦ The students know basic measuring methods for the record of measured values for all SI units.</li> </ul> </li> </ul> |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ The students have basic knowledge of fundamentals of metrology and metrology activities.</li> <li>◦ The students have fundamental knowledge for methodological and operational approach to measuring tasks of static measurement types, to solve basic measurement tasks and to establishing measurement results from measurement values.</li> <li>◦ The students are able to describe the characteristics of measuring instruments and measurement processes.</li> <li>◦ The students are able to describe the international system of units (SI) and the traceability of measurement results</li> <li>◦ The students are able to run basic measurements of static measurands. *Evaluating* The students are able to evaluate measuring systems, measurement processes and measurement results. Students are able to calculate the measurement uncertainty of complex measuring systems for given input variables.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>International Vocabulary of Metrology Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, <a href="http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html">http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html</a></p> <p>DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012</p> <p>Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 ISBN 978-3-446-42736-5</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Lerch, Reinhard: Elektrische Messtechnik. 6. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012 ISBN 978-3-642-22608-3

Richter, Werner: Elektrische Meßtechnik. 3. Auflage, Verlag Technik Berlin, 1994 - ISBN 3-341-01106-4

Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3

H. Czichos (Hrsg.): Das Ingenieurwissen Gebundene. 7. Auflage, Springer Verlag, 2012, ISBN 978-3-642-22849-0.

Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmessstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 ISBN 3-478-93264-5

Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9

Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg +Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5

Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9

|   |                                  |                                                                                                              |               |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>93091 | <b>Grundlagen der Schaltungstechnik</b><br>Foundations of circuit technology                                 | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übung Grundlagen der Schaltungstechnik (2 SWS)<br>Vorlesung: Grundlagen der Schaltungstechnik (2 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Florian Rittner<br>Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger                                                           |               |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Im Modul werden grundlegende Zusammenhänge elektrotechnischer Systeme, welche die Grundlage fast aller digitalen Datenverarbeitungssystemen bilden, behandelt. Zu Beginn werden elektrotechnischen Grundbegriffe und mathematische Grundlagen vermittelt. Daraufhin werden die Techniken zur Analyse von Gleich- und Wechselstromnetzwerken erläutert. Die grundlegenden elektrotechnischen Bauelemente Widerstand, Kondensator und Spule werden eingeführt und ihre Eigenschaften untersucht. Nachfolgend werden nichtlineare Bauelemente, wie Diode, Transistor und Operationsverstärker betrachtet und analysiert. Die Netzwerkanalyse wird anschließend auf Schaltvorgänge ausgeweitet. Außerdem wird das Funktionsprinzip von CMOS-Schaltungen erläutert und einfache digitale logische Grundsaltungen behandelt. Abschließend wird ein Überblick über Prinzipien der Datenspeicherung auf mikroelektronischer Basis gegeben, sowie Schaltungen zu Digital-Analog- und Analog-Digital-Wandlung vorgestellt und diskutiert.</p> <p>Elektrotechnische Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundlagen</li> <li>• Netzwerkanalyse Gleichstromfall</li> <li>• Netzwerkanalyse Wechselstromfall</li> </ul> <p>Elektronische Bauelemente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Widerstand, Kondensator, Spule (passiv)</li> <li>• Diode, Transistor, Operationsverstärker (aktiv)</li> </ul> <p>Einfache dynamische Vorgänge in Schaltungen (Schaltvorgänge)</p> <p>Digitale Schaltungstechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digital-Analog-Wandler</li> <li>• Analog-Digital-Wandler</li> </ul> <p>Schaltungen zur Realisierung der Schnittstelle zwischen Analog- und Digitaltechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsprinzip von CMOS-Schaltungen</li> <li>• Einführung logischer Grundsaltungen in CMOS</li> <li>• Prinzipien mikroelektronischer Datenspeicher</li> </ul> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen elektrotechnische Zusammenhänge kennen</li> <li>• verstehen die Grundprinzipien elektrotechnischer Netzwerke</li> <li>• verstehen die Funktionsweise der elektrischen Basisbausteine für die Informatik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Berechnung einfacher Schaltungen im Gleichstromfall, Wechselstromfall und bei Schaltvorgängen</li> <li>• erklären die Funktionsweise einfacher digitaler Schaltungen</li> <li>• entwickeln ein Verständnis für die Bedeutung grundlegender elektrotechnischer Zusammenhänge für die Informatik</li> <li>• entwickeln ein methodisches Vorgehen zur Problemlösung in der Schaltungsanalyse</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrveranstaltung findet nicht mehr statt</li> <li>• Studon-Kurs mit Material verfügbar (für Zutritt bitte eine Mail an like-info@fau.de)</li> <li>• Prüfung ist bis SoSe 2024 möglich</li> </ul>                                                                                                                                                                                             |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Tietze, U. ; Schenk, Ch. : Halbleiter-Schaltungstechnik. Berlin: Springer.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|   |                                  |                                                                                                                                                 |                  |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92590 | <b>Halbleiterbauelemente</b><br>Semiconductor devices                                                                                           | <b>5 ECTS</b>    |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Halbleiterbauelemente (2 SWS)<br>Vorlesung: Halbleiterbauelemente (2 SWS)<br>Tutorium: Tutorium Halbleiterbauelemente (2 SWS) | -<br>5 ECTS<br>- |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze<br>Jan Dick                                                                                                         |                  |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | Das Modul Halbleiterbauelemente vermittelt den Studierenden der Elektrotechnik die physikalischen Grundlagen moderner Halbleiterbauelemente. Der erste Teil der Vorlesung befasst sich nach einer Einleitung in die moderne Halbleitertechnik und Halbleitertechnologie mit der Behandlung von Ladungsträgern in Metallen und Halbleitern; und es werden die wesentlichen elektronischen Eigenschaften der Festkörper zusammengefasst. Darauf aufbauend werden im Hauptteil der Vorlesung die Grundelemente aller Halbleiterbauelemente pn-Übergang, Schottky-Kontakt und MOS-Varaktor detailliert dargestellt. Damit werden dann zum Abschluss die beiden wichtigsten Transistorkonzepte der Bipolartransistor und der MOS-gesteuerte Feldeffekttransistor (MOSFET) ausführlich behandelt. Ein Ausblick, der die gesamte Welt der halbleiterbasierten Bauelemente für Logik- & Hochfrequenzanwendungen, Speicher- und leistungselektronischen Anwendungen beleuchtet, runden die Vorlesung ab. |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden<br>Fachkompetenz<br>Verstehen <ul style="list-style-type: none"> <li>verstehen grundlegende physikalische Vorgänge (u.a. Drift, Diffusion, Generation, Rekombination) im Halbleiter</li> <li>interpretieren Informationen aus Bänderdiagrammen</li> </ul> Anwenden <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Funktionsweisen moderner Halbleiterbauelemente</li> <li>berechnen Kenngrößen der wichtigsten Bauelemente</li> <li>übertragen - ausgehend von den wichtigsten Bauelementen, wie Dioden, Bipolartransistoren und Feldeffekttransistoren - diese Funktionsprinzipien auf Weiterentwicklungen für spezielle Anwendungsgebiete wie Leistungselektronik oder Optoelektronik</li> </ul> Analysieren <ul style="list-style-type: none"> <li>diskutieren das Verhalten der Bauelemente z.B. bei hohen Spannungen oder erhöhter Temperatur</li> </ul>                                                                                                          |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Grundlagen der Elektrotechnik I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|    |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript, am LEB erhältlich</li> <li>• R. Müller: Grundlagen der Halbleiter-Elektronik, Band 1 der Reihe Halbleiter-Elektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2002</li> <li>• D.A. Neamen: Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles, McGraw-Hill (Richard D. Irwin Inc.), 2002</li> <li>• Th. Tille, D. Schmitt-Landsiedel: Mikroelektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2004</li> <li>• S.K. Banerjee, B.G. Streetman: Solid State Electronic Devices, Prentice Hall, 2005</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                                                                                                             |                 |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92525 | <b>Halbleitertechnik V - Halbleiter- und Bauelementemesstechnik (HL V)</b><br>no english module name available for this module                                              | <b>5 ECTS</b>   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übung zu Halbleitertechnik V - Halbleiter- und Bauelementemesstechnik (1 SWS)<br><br>Vorlesung: Halbleitertechnik V - Halbleiter- und Bauelementemesstechnik (3 SWS) | -<br><br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Sven Berberich                                                                                                                                                     |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Im Modul Halbleiter- und Bauelementemesstechnik werden die wichtigsten Messverfahren, die zur Charakterisierung von Halbleitern und von Halbleiterbauelementen benötigt werden, behandelt. Zunächst wird die Messtechnik zur Charakterisierung von Widerständen, Dioden, Bipolartransistoren, MOS-Kondensatoren und MOS-Transistoren behandelt. Dabei werden die physikalischen Grundlagen der jeweiligen Bauelemente kurz wiederholt. Im Bereich Halbleitermesstechnik bildet die Messung von Dotierungs- und Fremdatomkonzentrationen sowie die Messung geometrischer Dimensionen (Schichtdicken, Linienbreiten) den Schwerpunkt. |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Fachkompetenz<br>Anwenden<br>erklären physikalische und elektrische Halbleiter- und Bauelementemess- und Analysemethoden<br>vergleichen die Vor- und Nachteile sowie die Grenzen der verschiedenen Verfahren<br>Analysieren<br>analysieren, welches Verfahren für welche Fragestellung geeignete ist<br>Evaluieren (Beurteilen)<br>bewerten die mit den unterschiedlichen Verfahren erzielten Messergebnisse                                                                                                                                                                                                                        |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basiswissen zur Physik (Abitur) notwendig</li> <li>• Grundkenntnisse zu Halbleiterbauelementen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|    |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript</li> <li>• Dieter K. Schroder: Semiconductor Material and Devices Characterization, Wiley-IEEE, 2006</li> <li>• W.R. Runyan, T.J. Shaffner: Semiconductor Measurements and Instrumentations, McGraw-Hill, 1998</li> <li>• A.C. Diebold: Handbook of Silicon Semiconductor Metrology, CRC, 2001</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                            |               |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45071 | <b>Hochdrucktrenntechnik</b><br>High-pressure separation technologies                      | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Hochdrucktrenntechnik (VL) (2 SWS)<br>Übung: Hochdrucktrenntechnik (UE) (1 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Detlef Freitag<br>Dr.-Ing. Martin Drescher                                        |               |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Dr.-Ing. Martin Drescher                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Vorstellung der vielfältigen Anwendungsgebiete und Einsatzmöglichkeiten hoch verdichteter Gase, angefangen von klassischen Feldern, wie der Hochdruck- Extraktion und Polymerisation, bis hin zu neueren Anwendungen und aktuellen Forschungsarbeiten, wie beispielsweise der Partikelerzeugung und Imprägnierung unter Hochdruck. Zum Verstehen der angewandten Techniken werden alle notwendigen Grundlagen auf dem Gebiet der nahe- und überkritischen Fluide erörtert. Anhand konkreter Stoffbeispiele aus Forschung und Anwendung werden die Vorteile der Technologien hervorgehoben.</p> <p>Gliederung:</p> <p>Grundlagen (nahe- und überkritische Fluide, Zustandsänderungen und -diagramme)</p> <p>CO<sub>2</sub>, Phasengleichgewichte</p> <p>Hochdruck- Extraktion von Feststoffen und Flüssigkeiten (z.B. Entcoffeinierung von Kaffee und Tee, Hopfen- und Gewürzextraktion)</p> <p>Verfahren zur Druckbehandlung von Materialien (Entwesung, Imprägnierung, Färbung)</p> <p>Sicherheit, Kosten</p> <p>Hochdruckpolymerisation (Polyethylen)</p> <p>Hochdruckkristallisation (Diamantsynthese, Gashydrate)</p> <p>Analytische Verfahren</p> <p>Pulverherstellung (PGSS, GAS, SAS)</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>haben umfassende Kenntnisse im Bereich der nahe- und überkritischen Fluide, Phasengleichgewichte bei hohen Drücken und deren Anwendung in verfahrenstechnischen Anlagen zur Stofftrennung, der chem. Synthese bzw. der Behandlung von Materialien unter Hochdruck.</li> <li>kennen die wichtigsten kommerziell betriebenen Anwendungen wie z.B. die Hochdruck-extraktion (z.B. Hopfen) und Polymerisation (Polyethylen) im Detail.</li> <li>sind in der Lage verfahrenstechnische Konzepte für Aufgaben der Stofftrennung bzw. Produktkonfektionierung zu entwickeln, geeignete Prozessparameter (Druck, Temperatur) auszuwählen und die erforderlichen Berechnungen (Stoffbilanzen, Reaktionsausbeuten) durchzuführen.</li> <li>kennen das hohe Anwendungspotential überkritischer Fluide in Zukunftstechnologien wie z.B. bei den Partikelsynthese-Verfahren und können entsprechende Prozesse konzipieren.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                            |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Grundkenntnisse in Physikalischer Chemie und Chemischer Thermodynamik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>Vertiefend neben dem vorlesungsbegleitendem Material:</p> <p>G. Brunner, Gas Extraction,<br/>Steinkopff, Darmstadt, Springer New York, 1994</p> <p>E. Stahl, K.-W. Quirin, D. Gerard, Verdichtete Gase zur Extraktion und Raffination,<br/>Springer Verlag 1987</p> <p>M.B. King, T.R. Bott, Extraction of Natural Products using Near- Critical Solvents,<br/>Chapmann &amp; Hall 1993</p> <p>R. Eggers (Hrsg), Industrial high pressure applications, Wiley-VCH, Weinheim 2012</p> |

|   |                                  |                                                                                                                                        |                 |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94947 | <b>Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering</b><br>Industry 4.0 - Application scenarios in design and engineering | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering (2 SWS)                                                       | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Jonathan Fuchs<br>Prof. Dr. Ulrich Löwen                                                                                               |                 |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Ulrich Löwen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Der Industrie-Anlagenbau ist durch hohe technische Komplexität und ein hohes Maß geschäftlicher Risiken gekennzeichnet. Dieses Geschäft hat allerdings für Hochlohnländer wie Deutschland eine strategische Bedeutung: Einerseits ermöglicht die Beherrschung dieser Art von Geschäft die Generierung von nachhaltigen Wettbewerbsvorteilen, da aufgrund der Komplexität ein Kopieren" für Mitbewerber nicht zielführend ist. Andererseits generiert diese Geschäftsart aufgrund der engen Zusammenarbeit mit konkreten Kunden permanent Innovationsideen, welche direkt am Markt eingesetzt und erprobt werden können, sodass dadurch eine Zukunftsorientierung und -sicherung gegeben ist. Allerdings gibt es derzeit keine wissenschaftliche Community, die sich dieser Fragestellung umfassend annimmt. Es ist daher wichtig, den nachwachsenden Generationen von Jungingenieuren die strategische Bedeutung des Themas und mögliche Lösungskonzepte frühzeitig zu vermitteln.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden sollen ein Bewusstsein im Hinblick auf die Potentiale und Risiken des Projektgeschäfts, des Engineerings bzw. der Systemintegration im Kontext von Industrieanlagen entwickeln. Dazu werden branchen- und domänenübergreifende Engineering-Konzepte, -Methoden und -Prozesse vermittelt.</p> <p>Die Vorlesung ist auf Basis der folgenden Leitlinien aufgebaut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Startpunkt aller Betrachtungen sind jeweils die Treiber aus geschäftlicher und technischer Sicht, die in ihren prinzipiellen Wechselwirkungen untereinander betrachtet werden. Auf dieser Basis werden die Anforderungen an Lösungsansätze bezüglich Geschäftsmodellen, Strategien, Konzepten und Methoden abgeleitet und diskutiert.</li> <li>• Die behandelten Themen werden durch praktische Beispiele aus dem Umfeld des Siemens Konzerns illustriert. Ziel ist dabei, Beispiele aus möglichst unterschiedlichen Geschäften (z.B. Walzwerke, Kraftwerke, Energieübertragung und -verteilung, Logistik, etc.) zu nutzen, um die Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede transparent zu machen.</li> <li>• Die vorgestellten branchen- und domänenübergreifenden Lösungsansätze in Form von Strategien, Konzepten, Methoden, etc. werden in ein gesamtheitliches Rahmenwerk eingeordnet, um so die Querbezüge und Abhängigkeiten zu verdeutlichen.</li> </ul> |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <p>Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die geschäftlichen und technischen Treiber und Herausforderungen im Kontext des Industrieanlagen-Geschäfts umfassend zu verstehen,</li> <li>• grundsätzliche Ansätze der Modellbildung bezüglich Systemen und Prozessen zu unterscheiden und zu nutzen</li> <li>• sowie branchen- und domänenübergreifende Engineering-Konzepte, - Methoden und -Prozesse als Basis für eine konkrete Anwendung beurteilen zu können</li> </ul> <p>Das im Rahmen dieser Lehrveranstaltung vermittelte Wissen ist in allen Bereichen der projektbasierten industriellen Branchen, so z. B. im allgemeinen Maschinen-, insbesondere aber im (Groß-) Anlagenbau erforderlich.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152</p> <p>Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | <p>Präsenzzeit: 30 h</p> <p>Eigenstudium: 45 h</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|   |                                  |                                                                                                                          |                 |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94946 | <b>Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service</b><br>no english module name available for this module | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Industrie 4.0 Anwendungsszenarien in Produktion und Service (2 SWS)                                           | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Jonathan Fuchs<br>Prof. Dr. Ulrich Löwen                                                                                 |                 |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Die IT-Durchdringung in der produzierenden Industrie nimmt rasant zu. Der nutzenstiftende Einsatz von IT bei der Gestaltung von Wertschöpfungsprozessen hat für Deutschland eine zentrale strategische Bedeutung. Diese Trends werden unter Begriffen wie Industrie 4.0" und Industrial Internet" bzw. Internet of Things" weltweit diskutiert. Dabei treffen doch recht unterschiedliche Sichtweisen aufeinander. In der Vorlesung werden diese Trends und Visionen anhand von ausgewählten Anwendungsszenarien erläutert. Außerdem werden die dafür zum Verständnis notwendigen Grundlagen erklärt.</p> <p>Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewusstseinschärfung bezüglich der Auswirkungen der Digitalisierung auf die produzierende Industrie</li> <li>• Verständnis von Geschäftstreibern, technischen Möglichkeiten und deren Wechselwirkungen in der produzierenden Industrie</li> <li>• Vermittlung Branchen- und Domänen-übergreifender Prozesse und Methoden in der produzierenden Industrie</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Den Studierenden sollen die Auswirkungen der Digitalisierung auf die produzierende Industrie verdeutlicht und dadurch ein Bewusstsein für diese Entwicklungen geschaffen werden. Zusätzlich soll ein Verständnis für Geschäftstreiber, technische Möglichkeiten und deren Wechselwirkungen in der produzierenden Industrie sowie branchen- und domänenübergreifender Prozesse und Methoden vermittelt werden.</p> <p>Die Vorlesung ist auf Basis der folgenden Leitlinien aufgebaut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methodische und konsequente Trennung der Diskussion von Problemperspektive, konzeptioneller Lösungsperspektive und technischer Umsetzungsperspektive</li> <li>• Umfassendes Gesamtverständnis bezüglich der oft sehr vielschichtigen wirtschaftlichen und technischen Zusammenhänge (zu Lasten eines tiefen technischen Detaildiskussion)</li> <li>• Betonung des für einen Anwender gestifteten (geschäftlichen) Nutzens und der möglichen Alleinstellungsmerkmale für einen Standort Deutschland</li> </ul> <p>Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die kontroversen und vielschichtigen Diskussionen im Umfeld der Digitalisierung in der Produzierenden Industrie in einen konsistenten Gesamtkontext einzuordnen</li> <li>• anhand repräsentativer Beispiele den Unterschied zu verstehen zwischen dem aktuellen Stand der Technik</li> </ul> |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <p>und Forschung sowie den durch Industrie 4.0 postulierten Innovationshypothesen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aufgrund der vermittelten Beispiele und Methoden durch eine Hinterfragung von Zielen und des wirtschaftlichen Nutzens die oft stark emotional geführten Diskussionen im Kontext von Industrie 4.0 zu versachlichen</li> </ul> <p>Das im Rahmen dieser Lehrveranstaltung vermittelte Wissen ist in allen Bereichen der industriellen Branchen, so z. B. im Automobilbau, der Informatik und Wirtschaftsinformatik, der Elektrotechnik und Medizintechnik und dem Maschinen- und Anlagenbau erforderlich.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 35 h<br>Eigenstudium: 40 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|   |                                  |                                                          |               |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>53640 | <b>Industrielles Management</b><br>Industrial management | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Industrielles Management (3 SWS)              | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Viktor Horn<br>Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt                  |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Die Veranstaltung bietet einen tiefergehenden Einblick in das Management industrieller Unternehmen. Betrachtet werden nicht nur bisherige theoretische und empirische Erkenntnisse, sondern insbesondere auch aktuelle Managementaufgaben und -methoden in einem Industriebetrieb. Die Erkenntnisse zum industriellen Management werden mit einem praktischen und aktuellen Schwerpunktthema verknüpft, um so einen Anwendungsbezug darzustellen.                                                                                                                                                          |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden erwerben ein umfassendes, detailliertes sowie spezialisiertes Wissen auf dem neuesten Erkenntnisstand aus dem Bereich des industriellen Managements und die Fähigkeit, strategisch zu denken. Durch die tiefergehende Analyse eines praxisrelevanten Schwerpunktthemas erhalten die Studierenden zudem einen tiefergehenden Einblick in die aktuellen Problemfelder und Herausforderungen von Industrieunternehmen. Die erworbenen analytischen und konzeptionellen Fertigkeiten befähigen die Studierenden, komplexe betriebswirtschaftliche Fragestellungen eigenständig zu bearbeiten. |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 120 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Voigt, K.-I.: Industrielles Management, Berlin u. a., 2008.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|   |                                  |                                                                                                                                                             |               |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97080 | <b>Informatik für Ingenieure I</b><br>Computer science for engineers I                                                                                      | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Informatik für Ing. I (2 SWS)<br>Vorlesung: Informatik für Ing. I (2 SWS)<br>Übung: Intensivierungsübung zu Informatik für Ing. I (2 SWS) | -<br>-<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Tobias Baumeister<br>Dr.-Ing. Marc Reichenbach                                                                                                              |               |

|   |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
|---|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Dr.-Ing. Marc Reichenbach                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>In der *Vorlesung* soll Studierenden der Ingenieurwissenschaft (inbes. Maschinenbau) der notwendige Einblick in Konzepte und Methoden der Informatik geben werden, um dadurch ein allgemeines Verständnis zu vermitteln. Das Ziel der Vorlesung liegt darin, aus unterschiedlichsten Bereichen die elementarsten Konzepte vorzustellen. Inhaltlich wird dabei bei der Schaltalgebra und der Architektur von Rechnern angefangen, anschließend werden die Grundlagen von Betriebs-, Kommunikations-, verteilten und Datenbanksystemen behandelt. Häufig benötigte Programm- und Datenstrukturen werden in diesem Rahmen ebenfalls vorgestellt.</p> <p>Hinweis: Die Vorlesung ist *keine* Programmiervorlesung zum Erlernen einer neuen Programmiersprache. In den Übungen wird jedoch die ein oder andere zu programmierende Aufgabe gestellt werden.</p> <p>Folgende Themenbereiche werden schwerpunktmäßig behandelt:</p> <p>Teil 1: Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informationsdarstellung</li> <li>- Schaltalgebra</li> <li>- Grundbausteine eines Computers</li> <li>- Der klassische Universalrechenautomat</li> <li>- Funktionsweise von Speichergeräten</li> <li>- Maschinensprache und Assembler</li> </ul> <p>Teil 2: Betriebssysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prozesse</li> <li>- Speicherverwaltung</li> <li>- Verklemmungen</li> </ul> <p>Teil 3: Programmiersprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Imperative und funktionale Sprachen</li> <li>- Objektorientierte Programmierung</li> </ul> <p>Teil 4: Algorithmen und Datenstrukturen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Komplexitätstheorie</li> <li>- Felder und Listen</li> <li>- Bäume</li> <li>- Gestreute Speicherung (Hashing)</li> <li>- Suchen und Sortieren</li> </ul> <p>Teil 5: Datenbanksysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung von Datenbanksystemen</li> <li>- Entity-Relationship-Modell</li> <li>- Das relationale Datenmodell</li> </ul> |  |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Datenbankanfragen (SQL)</li> <li>- Transaktionskonzept</li> </ul> <p>Teil 6: Verteilte Systeme und Kommunikationssysteme</p> <p>Verteilte Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Client-Server-Modell</li> <li>- Nachrichtenaustausch (Message Passing)</li> <li>- Fernaufruf (Remote Procedure Call, RPC)</li> <li>- Middleware: Infrastruktur für Client und Server</li> <li>- Komponentenmodelle</li> </ul> <p>Kommunikationssysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formen von Kommunikationssystemen</li> <li>- Referenzmodelle</li> </ul> <p>In den *Übungen* wird der Stoff der Vorlesung vertieft und durch die Bearbeitung von Übungsaufgaben veranschaulicht. Teilgebiete des Vorlesungsstoffes werden durch praktische Aufgaben dargestellt, die selbstständig durch Studenten erarbeitet werden.</p> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten verschiedene Möglichkeiten der Informationsdarstellung</li> <li>• kennen den grundsätzlichen Aufbau eines Computers</li> <li>• analysieren einfache logische Schaltungen</li> <li>• charakterisieren die im Modul vorgestellten Konzepte von Betriebssystemen</li> <li>• differenzieren die im Modul vorgestellten Konzepte Programmierparadigmen</li> <li>• unterscheiden die im Modul vorgestellten Konzepte Datenstrukturen und Suchalgorithmen</li> <li>• beschreiben die im Modul vorgestellten Konzepte Strategien zum Entwurf effizienter Algorithmen</li> <li>• beschreiben die im Modul vorgestellten Konzepte relationaler Datenbanken</li> <li>• stellen einfache SQL-Anfragen</li> <li>• erklären Referenzmodelle für verteilte und Kommunikationssysteme</li> </ul>                            |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|    |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• GUMM, Heinz Peter ; SOMMER, Manfred: Einführung in die Informatik. München ; Wien : Oldenbourg Verlag, 7. Auflage - ISBN 978-3486581157</li> <li>• HÄRDER, Theo ; RAHM, Erhard: Datenbanksysteme : Konzepte und Techniken der Implementierung. Berlin ; Heidelberg ; New York : Springer, 1999 - ISBN 3-540-65040-7</li> <li>• OTTMANN, Thomas ; WIDMAYER, Peter: Algorithmen und Datenstrukturen. Heidelberg ; Berlin : Spektrum Akademischer Verlag, 2002 - ISBN 978-3827410290</li> <li>• SILBERSCHATZ, Abraham ; GALVIN, Peter Baer ; GAGNE, Greg: Operating System Concepts. John Wiley &amp; Sons, 2005 - ISBN 978-0471694663</li> </ul> |

|   |                                  |                                                |               |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>82152 | <b>IT- und E-Business</b><br>IT and e-business | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: IT und E-Business (4 SWS)           | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Michael Amberg                       |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Michael Amberg<br>Tuba Karatas<br>Doris Zinkl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Die fortschreitende Digitalisierung sowie neue Technologien nehmen starken Einfluss auf Wirtschaft und Gesellschaft. Dadurch entstehen Trends und gänzlich neue Geschäftsmodelle, die zum wirtschaftlichen Erfolg von Unternehmen beitragen.<br><br>In der Vorlesung werden disruptive Technologien und deren Auswirkungen an der Schnittstelle von Betriebswirtschaft und IT behandelt und aus unterschiedlichen Perspektiven diskutiert.                                                                                                                            |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben forschungsorientierte Kenntnisse zu betriebswirtschaftlichen und technologischen Grundlagen des E-Business,</li> <li>• verstehen die Zusammenhänge zwischen IT und der Entstehung neuer Geschäftsfelder sowie deren Einfluss auf Wirtschaft und Gesellschaft,</li> <li>• kennen die Grundlagen des Projekt- und Technologiemanagements,</li> <li>• haben sich mit dem computergestützten Schreiben von wissenschaftlichen Texten und der Visualisierung von Daten vauseinander gesetzt.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <b>Das Modul wurde zum WS20/21 vollständig durch Data Science: Machine Learning and Data Driven Business ersetzt. Studierende mit Studienbeginn vor WS20/21, welche IT und E-Business im Pflichtbereich haben, belegen bitte das Nachfolgemodul.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Projekt-/Praktikumsbericht<br>Klausur (60 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Projekt-/Praktikumsbericht (25%)<br>Klausur (75%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|    |                                         |                                                                                                   |
|----|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                           |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Skript und Downloadmaterial auf <a href="https://www.studon.fau.de">https://www.studon.fau.de</a> |

|   |                                   |                                                                                         |                 |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>779501 | <b>Kommunikation in Technik-Wissenschaften</b><br>Communication in engineering sciences | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Vorlesung: Kommunikation in Technik-Wissenschaften<br>(2 SWS)                           | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich                                                          |                 |

|   |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>Motivation<br/>Das Modul wendet sich an Studierende aller Semester in allen Studiengängen technischer- bzw. MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) und soll helfen, Kommunikationsabläufe - insbesondere im fachlichen Umfeld - zu verstehen sowie dabei häufig vorkommende Fehler zu vermeiden.<br/>Im Studium ist dies wichtig bei</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftlichen Ausarbeitungen wie Seminar- und Abschlußarbeiten,</li> <li>• mündlichen Darstellungen wie Vorträgen und Diskussionen sowie bei</li> <li>• Prüfungen - hier vor allem!</li> </ul> <p>Im Beruf - aber auch im Privatleben - ist eine gute Kommunikation mit Menschen aus der MINT- und vor allem der Nicht-MINT-Welt ebenfalls von entscheidender Bedeutung für erfolgreiches Handeln.<br/>Gliederung<br/>Das Modul vermittelt Kenntnisse und Fähigkeiten zu Kommunikationsabläufen im fachlichen Umfeld, im beruflichen Austausch mit Vertretern anderer Fachrichtungen und im allgemeinen zwischenmenschlichen Umgang. Dementsprechend überstreichen die folgenden Inhalte ein sehr weitgespanntes Spektrum von Themen.</p> <p>0 Einführung<br/>Begriffe und Definitionen: Kommunikation zwischen Menschen in Abgrenzung zu anderen Bedeutungen, Technik und Technologie, Wissenschaftsbegriffe, Kriterien zur Abgrenzung, Pseudo-Wissenschaft</p> <p>1 Physiologische Rahmenbedingungen: Sensorik des Menschen<br/>Sinne und Sinnesorgane, Eigenschaften</p> <p>2 Kanäle für Kommunikation zwischen Menschen<br/>Bio-Physikalische Grundlagen, akustischer und optischer Kommunikationskanal, Entstehungsgeschichte der Zeichen. die Bedeutung von Sprache, Unterschied zwischen Kommunikation in Technik-Wissenschaften und allgemeiner Kommunikation</p> <p>3 Sprachen in MINT-Fächern<br/>Begriffe, Fach- und Symbolsprachen, mathematischen Beziehungen, naturwissenschaftliche Darstellungen als Modelle der Wirklichkeit, technischen Zeichnungen, Schaltpläne</p> <p>4 Formen der Kommunikation in MINT-Fächern<br/>Vorlesung, Übung, Praktikum, Seminar, Bachelor-/Master-Arbeit, Promotionsverfahren, Habilitationsverfahren, Kolloquium, Kongress</p> <p>5 Prüfungen gut vorbereiten und erfolgreich bestehen</p> |

Ablauf und Vorbereitung mündlicher Prüfungen, Ablauf und Vorbereitung schriftlicher Prüfungen, allgemeine Vorbereitung auf einen Prüfungsabschnitt, Erwerb von Wissen und Können

6 Normung und Normen in der Technik  
Begriffe, Zuständigkeiten, Grundbegriffe bei Gleichungen: physikalische Größen große Zahlen, kleine Zahlen, Einheiten und Skalenpräfixe, relevante Normen finden, Beispiele

7 Kommunikation mit der Vergangenheit: Schrifttum und Recherche  
Formen wissenschaftlichen Schrifttums, richtiges Zitieren, Wege der Literaturrecherche, Sonderfall Patent-Recherche

8 Kommunikation mit der Zukunft: Protokolle und Patente  
Sammeln und Sichern von Arbeits-/Forschungsergebnissen, Umgang mit theoretischen und experimentellen Arbeitsergebnissen, Logistik, Fehler und Korrekturen, rechtliche Absicherung durch Patentieren

9 Publikationen erstellen: Texte  
Arten wissenschaftlicher Publikationen, Organisation von Herstellung und Inhalt, formale Regeln, angemessene Schreibstile, Beispiele

10 Publikationen erstellen: Graphik  
richtige Gestaltung, Herstellung von Photographien technischer Objekte, technische Zeichnungen, Herstellungsanweisungen, Schaltpläne der Elektrotechnik, Graphen von funktionalen Zusammenhängen, Beispiele

11 Vorträge von der Zuhörerschaft her planen  
Vortragscharaktere, Sprache, Niveau, Logistik, Technik, Zeitplanung

12 Vorträge inhaltlich aufbereiten  
inhaltliche Planung, Bildmaterial erstellen und aufbereiten, Sprechtext gliedern und formulieren, Sprechen und Projizieren

13 Vorträge gut präsentieren  
akustische Qualität des Sprechens, der Sprecher als Person, Technik der Bildpräsentation, Verkopplung von Sprechen und Projizieren, Beherrschung der Diskussion, Bewertung nach den sogenannten ABOS"-Kriterien

14 Publikationen und Vorträge prüfen  
Kommunikations-Fehler beim Planen/Reagieren, Sprechen/Hören, Zeichnen, Schreiben/Lesen, bei Gesprächen, Vorträgen und Diskussionen erkennen und vermeiden

15 Kommunikation mit der Nicht-MINT-Welt  
Inter-MINT-Kommunikation, Herausforderungen und Stil bei der Kommunikation mit der Nicht-MINT-Welt, aufklärende Kommunikation zu kontroversen Themen, Wort contra Graphik, Manipulative Information und Desinformation, Kritischer Verstand" bei der Beurteilung von Nachrichten, wie sieht die Nicht-MINT-Welt uns?

17 Grundkonzepte der Kommunikationspsychologie  
Merkmale von Kommunikation zwischen Menschen, Kommunikation und Verhalten, Struktur in Kommunikationsabläufen: Interpunktion, nicht-sprachliche Ausdrucksmittel, Beziehungsformen, Störungen in der Kommunikation, Aspekte von Mitteilungen, explizite und implizite Botschaften, Kongruenz und Inkongruenz, Konstruktion beim Empfänger, Metakommunikation

18 Kommunikationsstile und Persönlichkeitstypen

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                  | <p>Intention von Kategorisierungen, Ansätze und Sichtweisen, Kommunikation und Persönlichkeit, Kommunikationsstile, belastende Kommunikationsmuster, Werkzeuge zur Analyse und Weiterentwicklung, Persönlichkeitstypen, Sicht auf sich selbst und die anderen, Nutzen und Risiken, Verhaltenshinweise</p> <p>19 Interkulturelle Kommunikation</p> <p>Kulturbegriff, Anwendung des Kommunikationspsychologischen Werkzeugkoffers" aus Kap. 17 auf interkultureller Kommunikation, theoretisches Rüstzeug und praktische Hinweise</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Formen fachlicher Kommunikation nennen.</li> <li>• Sie kennen Ablauf und Besonderheiten mündlicher und schriftlicher Prüfungen im Studium.</li> </ul> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Begriffe Kommunikation", Technik" und verschiedene Wissenschaftsbegriffe erläutern.</li> <li>• Sie können Formen wissenschaftlichen Schrifttums erläutern.</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Gleichungen und physikalische Größen normgerecht darstellen.</li> <li>• Sie können Gestaltungsregeln und Ausdrucksmittel für wissenschaftliche Publikationen in Seminar- und Abschlussarbeiten korrekt anwenden.</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Besonderheiten der Fachkommunikation gegenüber allgemeiner zwischenmenschlicher Kommunikation herausstellen.</li> <li>• Sie können Äußerungen hinsichtlich der Aspekte Inhalt, Beziehung, Appell und Selbstkundgabe analysieren.</li> </ul> <p>Evaluiieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Wissenschaft von Pseudo-Wissenschaft abgrenzen.</li> <li>• Sie können Vor- und Nachteile verschiedener Kanäle zwischenmenschlicher Kommunikation bewerten.</li> <li>• Sie können theoretische und experimentelle Arbeits- und Forschungsergebnisse kritisch bewerten.</li> </ul> <p>Erschaffen<br/>(keine)</p> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>Lernziele hinsichtlich Lern- und Arbeitsmethoden:</p> <p>Die Studierenden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• spezifische Lern- und Vorbereitungsstrategien für mündliche und schriftliche Prüfung anwenden</li> <li>• Bedeutung von Normung und Normen in der Technik wiedergeben</li> <li>• wissenschaftliche Quellen richtig zitieren</li> <li>• wissenschaftliches Schrifttum gezielt recherchieren</li> </ul> |

- Arbeits- und Forschungsergebnisse protokollieren und sichern
- Vorträge und Präsentationen anlaßgerecht planen, erstellen und präsentieren

#### Selbstkompetenz

Lernziele hinsichtlich persönlicher Weiterentwicklung:

Die Studierenden können:

- naturwissenschaftliche Aussagen und Beziehungen als Modelle verstehen
- manipulative Information und Kommunikation als solche erkennen, benennen und richtigstellen
- Nachrichten und Aussagen mit kritischem Verstand beurteilen
- Wahrnehmung der eigenen Fachwissenschaft und der eigenen Person als Vertreter derselben durch die "Nicht-MINT-Welt" richtig einschätzen

#### Sozialkompetenz

Lernziele hinsichtlich des Umgangs mit Menschen:

Die Studierenden können:

- Vorträge und Präsentationen im Hinblick auf die Zuhörerschaft planen
- Präsentationstechniken hinsichtlich Aufmerksamkeitsführung, Blickkontakt zum Publikum, Qualität des optischen Materials und der akustischen Qualität bewerten
- Kommunikations-Fehler bei Fachkommunikation, bei Gesprächen, Vorträgen und Diskussionen erkennen und vermeiden
- zu Aussagen und Ergebnisse der eigenen Fachwissenschaft mit Nicht-Fachleuten geeignet kommunizieren und dabei aufklärende Kommunikation zu kontroversen Themen pflegen
- Merkmale von Kommunikation zwischen Menschen wiedergeben und verstehen
- Kommunikation als Verhalten bzw. Gesamtheit aus Sprach- und Zeichenkommunikation, paralinguistischen Ausdrucksweisen und nicht-sprachlichen Ausdrucksmitteln verstehen
- Kommunikationsabläufen im Hinblick auf die Wahrnehmung durch die Beteiligten strukturieren
- Hierarchiebeziehungen in Kommunikationssituationen erkennen, einordnen und damit umgehen
- Störungen in Kommunikationsabläufen erkennen und ihnen begegnen, z.B. durch Metakommunikation
- verschiedene Aspekte von Mitteilungen in der zwischenmenschlichen Kommunikation erkennen und geeignet reagieren
- explizite und implizite Botschaften bei Kommunikationsvorgängen unterscheiden und hinsichtlich Kongruenz analysieren
- mit Bewusstsein für die Konstruktion individueller Wirklichkeiten bei Kommunikationsabläufen agieren

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>zur Vorlesungsbegleitung (wird zur Verfügung gestellt):</p> <p>Hans H. Brand:</p> <p>Kommunikation in Technik-Wissenschaften: oder: Was Ingenieure - außer dem Fachlichen - sonst noch wissen müssten und können sollten;</p> <p>Shaker Verlag, Aachen, 2012; ISBN 978-3-8440-1356-6</p> <p>zur weiteren Vertiefung:</p> <p>Paul Watzlawick, Janet H. Beavin, Don D. Jackson:</p> <p>Pragmatics of Human Communication, A Study of Interactional Patterns, Pathology and Paradoxes;</p> <p>Mental Research Institute, Palo Alto, CA, USA, 1967;</p> <p>deutsch;;</p> <p>Menschliche Kommunikation - Formen, Störungen, Paradoxien;</p> <p>Hans Huber, Bern, Schweiz, 1969/2000/2003/2007</p> <p>Friedemann Schulz v. Thun:</p> <p>Miteinander Reden</p> <p>1 - Störungen und Klärungen</p> |

|  |                                                      |
|--|------------------------------------------------------|
|  | <p>- Stile, Werte und Persönlichkeitsentwicklung</p> |
|--|------------------------------------------------------|

|  |                                                                  |
|--|------------------------------------------------------------------|
|  | <p>3 - Das Innere Team" und situationsgerechte Kommunikation</p> |
|--|------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                     |
|--|---------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek, 1: 1981, 2:1989, 3:1998</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------|

|   |                                  |                                                                                                                |                 |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>95068 | <b>Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods</b><br>no english module name available for this module | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods (0 SWS)                                         | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Björn Eskofier<br>Thomas Altstidl                                                                    |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Thomas Altstidl<br>Prof. Dr. Björn Eskofier                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>This is an advanced course with a focus on deep learning (DL) techniques that are typically applied to data science problems. Knowledge is deepened by two practical exercises to gain hands-on experience. The course covers</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extended introduction into fundamental concepts of deep neural networks (DNN)</li> <li>• In-depth review of various optimization techniques for learning neural network parameters</li> <li>• Specification of several regularization techniques for neural networks</li> <li>• Theoretical understanding of application-specific neural network architectures (such as convolutional neural networks (CNN) for images and recurrent neural networks (RNN) for time series)</li> </ul> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>After successfully participating in this course, students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• discuss advantages and disadvantages of different optimization techniques</li> <li>• design a suitable and promising neural network architecture and train it on existing data using Python and Keras</li> <li>• choose a suitable regularization technique in case of problems</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 0 h<br>Eigenstudium: 75 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|    |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | 1) Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT Press, 2012<br>2) The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman, Springer, 2009<br>3) Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, MIT Press, 2016 |

|   |                                  |                                                                                                                                 |               |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>95067 | <b>Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools</b><br>no english module name available for this module | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Machine Learning for Engineers I:<br>Introduction to Methods and Tools (0 SWS)                                       | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Björn Eskofier<br>Thomas Altstidl<br>Prof. Dr. Nico Hanenkamp<br>Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke                           |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Thomas Altstidl<br>Prof. Dr. Björn Eskofier                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>This is an introductory course presenting fundamental algorithms of machine learning (ML) that are typically applied to data science problems. Knowledge is deepened by two practical exercises to gain hands-on experience. The course covers</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Python programming in the field of data science</li> <li>• Review of typical task domains (such as regression, classification and dimensionality reduction)</li> <li>• Theoretical understanding of widely used machine learning methods (such as linear and logistic regression, support vector machines (SVM), principal component analysis (PCA) and deep neural networks (DNN))</li> <li>• Practical application of these machine learning methods on engineering problems</li> </ul> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>After successfully participating in this course, students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• independently recognize the task domain at hand for new applications</li> <li>• select a suitable and promising machine learning methodology based on their known theoretical properties</li> <li>• apply the chosen methodology to the given problem using Python</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 0 h<br>Eigenstudium: 150 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|    |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | 1) Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT Press, 2012<br>2) The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman, Springer, 2009<br>3) Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, MIT Press, 2016 |

|   |                                   |                                                                                                                                                                               |                          |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>858896 | <b>Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen</b><br>Modeling, optimization and simulation of energy systems                                                | <b>5 ECTS</b>            |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Übung: Übungen zu Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen (2 SWS)<br><br>Vorlesung: Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen (2 SWS) | 2,5 ECTS<br><br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                          | Marco Pruckner                                                                                                                                                                |                          |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Marco Pruckner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | In der Vorlesung Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen werden systemtechnische Planungs- und Analysemethoden behandelt, die zur Lösung komplexer und interdisziplinärer Entscheidungsaufgaben in der Energiewirtschaft eingesetzt werden. Dabei werden die wichtigsten Methoden und Verfahren anhand praktischer Fragestellungen (z.B. Ausbau erneuerbarer Energien, Zunahme der Elektromobilität) aus der energiepolitischen Planung vermittelt und die Bewältigung technisch-ökonomischer Probleme verdeutlicht.<br>Zu den eingesetzten Tools zählen die Statistiksoftware R, AnyLogic und IpSolve. Vorkenntnisse im Umgang mit diesen Werkzeugen ist nicht zwingend erforderlich. In den Übungen werden Einführungen in die genannten Softwarepakete gegeben. |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden Probleme und Herausforderungen, die mit dem Energieumstieg verbunden sind,</li> <li>• erfassen die Vorteile und die Anwendungsmöglichkeiten computergestützter Planungsmethoden im Energiebereich,</li> <li>• analysieren verschiedene Problemstellungen und setzen Lösungen dafür um,</li> <li>• erlernen verschiedene Methoden der Datenanalyse, Optimierung und Simulation.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Portfolio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Portfolio (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|    |                                             |                                         |
|----|---------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>                  | nur im Wintersemester                   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | keine Literaturhinweise hinterlegt!     |

|   |                                  |                                                                                                        |               |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>64620 | <b>Numerik I für Ingenieure</b><br>Numerics for engineers I                                            | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Numerik I für Ingenieure (2 SWS)<br>Praktikum: Übungen zur Numerik I für Ingenieure (2 SWS) | -<br>-        |
| 3 | Lehrende                         | Dr. Michael Fried<br>PD Dr. Nicolas Neuß                                                               |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr. Michael Fried<br>apl.Prof.Dr. Wilhelm Merz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | *Elementare Numerik*<br>Direkte und iterative Lösungsverfahren bei linearen Gleichungssystemen, Interpolation mit Newton-Polynomen und Splines, Quadratur mit Newton-Côtes-Formeln, Extrapolation nach Romberg<br>*Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen:*Verschiedene Runge-Kutta Methoden als Einschrittverfahren, Konsistenz, Stabilität- und Konvergenzaussage, Mehrschrittverfahren                                                                                                                                                                           |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden lernen <ul style="list-style-type: none"> <li>• verschiedene numerische Methoden zur Lösung linearer Gleichungssysteme</li> <li>• verschiedene Methoden zu beurteilen</li> <li>• Interpolationstechniken und Güte der Approximation</li> <li>• grundlegende Quadraturverfahren und die Beurteilung solcher</li> <li>• grundlegende Diskretisierungsmethoden bei gewöhnlichen Differentialgleichungen</li> <li>• Beurteilung dieser Methoden und Verfahren</li> <li>• algorithmische Umsetzung o.g. Verfahren als Grundlage für Computer-Codes</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Kurs Mathematik für Ingenieure I, II und III                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|    |                          |                                                                                     |
|----|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 16 | <b>Literaturhinweise</b> | Skripte des Dozenten<br>H.-R. Schwarz, N. Köckler: [Numerische Mathematik], Teubner |
|----|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

|   |                                  |                                                                                                      |               |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>64631 | <b>Numerik II für Ingenieure</b><br>Numerics for engineers II                                        | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zur Numerik II für Ingenieure (2 SWS)<br>Vorlesung: Numerik II für Ingenieure (2 SWS) | -<br>-        |
| 3 | Lehrende                         | Dr. Michael Fried                                                                                    |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | apl.Prof.Dr. Wilhelm Merz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | *Numerik partieller Differentialgleichungen*<br>Finite Differenzenmethode, Stabilität, Konsistenz, Konvergenz,<br>Einführung finite Elementmethode bei elliptischen Problemen,<br>Fehlerschätzer                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären verschiedene Diskretisierungsmethoden</li> <li>• beurteilen diese Diskretisierungsmethoden</li> <li>• leiten Finite Elemente Diskretisierungen elliptischer Probleme her</li> <li>• folgern Aussagen anhand grundlegender Beweistechniken aus oben genannten Bereichen</li> <li>• konstruieren Algorithmen zu Finite Elemente Diskretisierungen</li> <li>• erklären Fehlerschätzer</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Skripte des Dozenten<br><br>H. Jung, M. Langer, Methode der Finiten Elemente, Teubner<br><br>P. Knabner, L. Angermann, Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|   |                                  |                                                                                                                                                              |               |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>42935 | <b>Optical diagnostics in energy and process engineering</b><br>no english module name available for this module                                             | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (2 SWS)<br>Übung: Exercise in Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (2 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Franz Huber<br>Prof. Dr.-Ing. Stefan Will                                                                                                           |               |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Simon Aßmann<br>Dr.-Ing. Franz Huber<br>Prof. Dr.-Ing. Stefan Will                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <b>Introduction to conventional and novel optical techniques to measure state and process functions in thermodynamical systems:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Properties of light; properties of molecules; Boltzmann distribution</li> <li>• Geometric optics and optical devices</li> <li>• Lasers (HeNe, Nd:YAG, dye, frequency conversion); continuous wave and pulsed lasers</li> <li>• Photoelectric effect; photodetectors (photomultiplier, photodiode, CCD, CMOS, image intensifier); digital image processing; image noise and resolution</li> <li>• Shadowgraphy and Schlieren techniques (flow and mixing)</li> <li>• Elastic light scattering (Mie scattering, Rayleigh thermometry, nanoparticle size and shape, droplet sizing)</li> <li>• Raman scattering (species concentration, temperature, diffusion)</li> <li>• Incandescence (thermal radiation, temperature fields, pyrometry, particle sizing)</li> <li>• Velocimetry (flow fields, velocity)</li> <li>• Absorption (temperature, pressure, species, concentration)</li> <li>• Fluorescence and phosphorescence (temperature, species, concentration)</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Students gain technical and technological skills in the field of optical techniques for the measurement of state and process variables in thermodynamic / energy processes and the investigation of these processes. They</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are familiar with the state of the art and latest developments in optical measurement techniques applied in thermodynamics / energy processes</li> <li>• can assess the applicability of measurement techniques in different environments</li> <li>• can apply different optical measurement techniques in thermodynamic processes and design experiments</li> <li>• can evaluate data gained from optical measurement techniques and assess the quality of data</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• know interdisciplinary approaches in the fields of optics, thermodynamics, heat and mass transfer and fluid mechanics</li> <li>• are qualified to perform applied and fundamental research and development tasks in industry and at university in the field of optical measurement techniques for thermodynamic / energy processes</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Basics in thermodynamics and fluid mechanics. Students of other subjects (Chemical- and Bioengineering, Mechanical Engineering, Life Science Engineering, Energy Technology, Computational Engineering) can participate.                                                                                                                                                               |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Verbrennungen und thermische Strömungsmaschinen (VTS) Master of Science Energietechnik 20222<br>Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                               |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture Slides</li> <li>• Bräuer, Andreas: In situ Spectroscopic Techniques at High Pressure, Amsterdam 2015</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                       |

|   |                                  |                                                                                                                                                                              |                  |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>66161 | <b>Physikalisches Experimentieren 1:<br/>Elektronikpraktikum</b><br>Laboratory course in physics 1: Electronics                                                              | <b>10 ECTS</b>   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Physikalisches Experimentieren A:<br>Vorlesung zum Elektronikpraktikum (1 SWS)<br><br>Praktikum: Physikalisches Experimentieren A:<br>Elektronikpraktikum (7 SWS) | -<br><br>10 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Dr. Michael Krieger<br>Prof. Dr. Heiko Weber                                                                                                                                 |                  |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|---|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr. Michael Krieger<br>Prof. Dr. Heiko Weber                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Elektronik (einfache Schaltungen, elektronische Bauelemente)</li> <li>• Schaltplanverständnis</li> <li>• Umgang mit elektronischen Labormessgeräten</li> <li>• Transistor und Operationsverstärker</li> <li>• Signalfilter, Signalausbreitung</li> <li>• Sensoren, Regelung</li> <li>• Digitalelektronik</li> <li>• Analog-Digital-Wandlung</li> <li>• Microcontroller (optionale Ergänzung)</li> <li>• Labview und Virtual Instruments (optionale Ergänzung)</li> <li>• Lötkurs (optionale Ergänzung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                               |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen den Umgang mit Schaltplänen, Steckbrettern und elektronischen Bauelementen</li> <li>• erläutern die Funktionsweise elektronischer Bauelemente</li> <li>• bauen eigene Schaltungen (Schaltplan, Steckbrett; optional: Layout, Löten) auf</li> <li>• erklären und verwenden integrierte Schaltungen</li> <li>• erläutern die Funktionsweise elektronischer Messgeräte und diskutieren mögliche Fehlerquellen</li> <li>• wenden moderne elektronische Messgeräte an</li> <li>• erfassen Messwerte mit PC-Unterstützung</li> <li>• arbeiten selbständig in Teams</li> <li>• werten Messungen aus und bewerten die Messergebnisse</li> <li>• präsentieren die Ergebnisse mittels moderner Medien</li> </ul> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |

|    |                                         |                                                                                             |
|----|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Präsentation<br>schriftlich                                                                 |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Präsentation (50%)<br>schriftlich (50%)                                                     |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester                                                                           |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 240 h                                                    |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                                                                  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                     |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Vorbereitende Literatur zum jeweiligen Versuch wird im StudOn-Kurs zum Praktikum angegeben. |

|   |                                  |                                                                           |                 |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>66220 | <b>Physikalisches Experimentieren 2</b><br>Laboratory course in physics 2 | <b>7,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Praktikum: Physikalisches Experimentieren C (10 SWS)                      | 7,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Dr. Matthias Weißer<br>Prof. Dr. Heiko Weber                              |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Heiko Weber<br>Dr. Matthias Weißer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Komplexe physikalische Experimente zu grundlegenden Effekten und Methoden der modernen Physik werden durchgeführt und ausgewertet.<br>Es sind insgesamt 7 von den Studierenden auswählbare Versuche zu absolvieren, wobei folgende Bereiche jeweils mit mindestens einem Versuch abzudecken sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kern- und Teilchenphysik</li> <li>• Kondensierte Materie I</li> <li>• Kondensierte Materie II</li> <li>• Physik des Lichts</li> </ul>                                                                                                                                                                                                      |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• arbeiten sich in kurzer Zeit in spezielle Arbeitsgebiete und Techniken ein</li> <li>• gehen mit komplexeren Messaufbauten um</li> <li>• bedienen moderne, in der Physik verbreitete Messinstrumente</li> <li>• planen Experimente und führen die Messungen zielgerichtet durch</li> <li>• werten die Messergebnisse mit Rechner-Unterstützung aus und stellen sie dar</li> <li>• bewerten und hinterfragen die Messergebnisse</li> <li>• erstellen eigenständig einen Bericht entsprechend den Standards der guten wissenschaftlichen Praxis</li> <li>• können in Gruppen kooperativ und verantwortlich arbeiten</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Praktische Prüfung/Test                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktische Prüfung/Test (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 135 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|    |                                         |                                     |
|----|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                          |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                             |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | keine Literaturhinweise hinterlegt! |

|   |                                  |                                                                   |               |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>57025 | <b>Praktische Softwaretechnik</b><br>Applied software engineering | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Praktische Softwaretechnik (4 SWS)                     | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Ralf Ellner<br>Dr.Ing. Christoph Erhardt                          |               |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Bernd Hindel<br>Prof. Dr. Detlef Kips<br>Prof. Dr. Dirk Riehle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Software ist überall und Software ist komplex. Nicht triviale Software wird von Teams entwickelt. Oft müssen bei der Entwicklung von Softwaresystemen eine Vielzahl von funktionalen und nicht funktionalen Anforderungen berücksichtigt werden. Hierfür ist eine disziplinierte und ingenieurmäßige Vorgehensweise notwendig.</p> <p>Die Vorlesung "Praktische Softwaretechnik" soll ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein Bewusstsein für die typischen Problemstellungen schaffen, die bei der Durchführung umfangreicher Softwareentwicklungsprojekte auftreten,</li> <li>• ein breites Basiswissen über die Konzepte, Methoden, Notationen und Werkzeuge der modernen Softwaretechnik vermitteln und</li> <li>• die Möglichkeiten und Grenzen ihres Einsatzes im Kontext realistischer Projektumgebungen anhand praktischer Beispiele demonstrieren und bewerten.</li> </ul> <p>Die Vorlesung adressiert inhaltlich alle wesentlichen Bereiche der Softwaretechnik. Vorgestellt werden unter anderem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• traditionelle sowie agile Methoden der Softwareentwicklung,</li> <li>• Methoden der Anforderungsanalyse und des Systementwurfs,</li> <li>• Konzepte der Softwarearchitektur, -implementierung und Dokumentation und</li> <li>• Testen und Qualitätssicherung sowie Prozessverbesserung.</li> </ul> <p>Weitere Materialien und Informationen sind hier zu finden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitplan: <a href="http://goo.gl/0fy1T">http://goo.gl/0fy1T</a></li> <li>• Materialien: Auf StudOn über den Zeitplan</li> </ul> <p>Die Teilnahme ist begrenzt. Bitte registrieren Sie sich zeitig für den Kurs auf StudOn, um sicherzustellen, dass Sie einen Platz erhalten.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen den Unterschied zwischen "Programmieren im Kleinen" und "Programmieren im Großen" (Softwaretechnik)</li> <li>• wenden grundlegende Methoden der Softwaretechnik über den gesamten Projekt- und Produktlebenszyklus an</li> <li>• kennen die Rolle und Zuständigkeiten der Berufsbilder "Projektleiter", "Anforderungsermittler", "Softwareentwickler" und "Qualitätssicherer"</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|    |                                         |                                                                                                                       |
|----|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)                                                                                                  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)                                                                                                        |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester                                                                                                 |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                               |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                                                                                            |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                               |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | siehe <a href="http://goo.gl/JSoUbV">http://goo.gl/JSoUbV</a>                                                         |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                            |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94390 | <b>Reaktionstechnik (Vertiefung)</b><br>Focus module: Chemical reaction engineering                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>7,5 ECTS</b>                            |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | <p>Vorlesung: Reaktionstechnik / Chemical Reaction Engineering CBI, Vert. (3 SWS)</p> <p>Übung: Reaktionstechnik, Übungen / Exercices Chemical Reaction Engineering CBI, Vert. (1 SWS)</p> <p>Tutorium: Reaktionstechnik, Tutorium / Tutorial Chemical Reaction Engineering, Vert. (1 SWS)</p> <p>Praktikum: Reaktionstechnik, Vertiefung, Praktikum / Practical to Chemical Reaction Engineering CBI (3 SWS)</p> | <p>7,5 ECTS</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> |
| 3 | Lehrende                         | Patrick Schühle<br>apl.Prof.Dr. Marco Haumann<br>Patrick Wolf<br>Christopher-Keith Beier<br>Manfred Aubermann<br>Philipp Rothgänger<br>Dominik Kraus<br>Vera Haagen<br>Miriam Willer<br>Domenic Strauch<br>Maximilian Heinlein<br>Yousuf Raed Ramzi<br>Sharanya Nair<br>Muhammad Rehman<br>Asem Al-Shaibani<br>Sharmin Khan Antara<br>Nnamdi Madubuko<br>Dr. Peter Schulz                                         |                                            |

|   |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|---|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Patrick Schühle<br>Dr. Peter Schulz<br>Prof. Dr. Peter Wasserscheid                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluid/Fluid - Reaktionen</li> <li>• Gas/Feststoff - Reaktionen</li> <li>• Beschreibung unterschiedlicher chemischer Reaktionsapparate</li> <li>• Ideale und reale Reaktoren</li> <li>• Reaktionsführung bei unterschiedlichen Reaktionstypen</li> <li>• Wirbelschicht- und Fluid/Fluid - Reaktoren</li> <li>• Forschung in der Chemischen Reaktionstechnik</li> <li>• Fluid/Fluid - Reactions</li> <li>• Gas/Solid - Reactions</li> <li>• Description of different chemical reactors</li> <li>• Ideal and real reactors</li> <li>• Reaction operation in different reactor types</li> <li>• Fluidized bed- and Fluid/Fluid - Reactors</li> </ul> |  |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Research in chemical reaction engineering</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>verfügen über die Sachkompetenz zur theoretischen Behandlung und praktischen Erarbeitung von Problemen der Technischen Chemie und der Entwicklung chemischer Verfahren.</li> <li>sind in der Lage, kinetische Daten selbständig zu messen, auszuwerten und zu interpretieren.</li> <li>können anhand selbständig gemessener Werte Transportvorgänge nachvollziehen und chemische Reaktoren für verschiedene Anwendungsfälle fehlerfrei auslegen.</li> <li>sind befähigt zu selbstständiger Bearbeitung und Diskussion aktueller Forschungsfragen auf dem Gebiet moderner katalytischer Materialien (ionische Flüssigkeiten, Beschichtungen, hierarchische Materialien, erneuerbare Chemikaliensynthese, Chemische Wasserstoffspeicherung).</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>are competent in the theoretical treatment and practical development of problems in technical chemistry and the development of chemical processes.</li> <li>are able to independently measure, evaluate and interpret kinetic data.</li> <li>are able to understand transport processes on the basis of independently measured values and to design chemical reactors for various applications without errors.</li> <li>are able to work independently on and discuss current research questions in the field of modern catalytic materials (ionic liquids, coatings, hierarchical materials, renewable synthesis of chemicals, chemical hydrogen storage).</li> </ul> <p>Translated with <a href="http://www.DeepL.com/Translator">www.DeepL.com/Translator</a> (free version)</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152</p> <p>Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Praktikumsleistung<br>mündlich (30 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (0%)<br>mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 105 h<br>Eigenstudium: 120 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|    |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fitzer, Fritz, Emig, Einführung in die Chemische Reaktionstechnik, Springer Verlag, 4. Auflage, Berlin 1995</li> <li>• Baerns, Hofmann, Renken, Chemische Reaktionstechnik, Thieme Verlag, Stuttgart.</li> <li>• Jess, Wasserscheid, Chemical Technology, 2. Auflage, Weinheim 2019 Wiley-VCH</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                                                |               |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92650 | <b>Regelungstechnik A (Grundlagen)</b><br>Control engineering A (Foundations)                                  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Regelungstechnik A (Grundlagen) - Übungen (2 SWS)<br>Vorlesung: Regelungstechnik A (Grundlagen) (2 SWS) | -<br>-        |
| 3 | Lehrende                         | Julian Dahlmann<br>Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen                                                                |               |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Die Vorlesung behandelt die Grundlagen der Regelungstechnik und befähigt zur Beschreibung und Untersuchung linearer Systeme und zum Entwurf einfacher und mehrschleifiger Regler im Frequenzbereich. Die Inhalte der Vorlesung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenstand und Zielstellung der Regelungstechnik</li> <li>• Modellbildung der Strecke im Zeit und Frequenzbereich und Darstellung als Strukturbild</li> <li>• Analyse des Streckenverhaltens linearer Eingrößensysteme anhand von Übertragungsfunktion und Frequenzgang</li> <li>• Auslegung einschleifiger Regelkreise</li> <li>• Erweiterte Regelkreisstrukturen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenstand und Zielstellung der Regelungstechnik erläutern.</li> <li>• Problemstellungen als Steuerungs- und Regelungsaufgabe identifizieren.</li> <li>• das Streckenverhalten durch ein mathematisches Modell in Form des Strukturbilds beschreiben.</li> <li>• eine Modellvereinfachung durch Linearisierung und Strukturbildumformung durchführen.</li> <li>• aus Übertragungsfunktion und Frequenzgang das qualitative Streckenverhalten ermitteln.</li> <li>• zu einem Frequenzgang Ortskurve und Bode-Diagramm angeben.</li> <li>• den Aufbau einer Zwei-Freiheitsgrade-Regelung angeben und die Zweckbestimmung von Vorsteuerung und Regelung erläutern.</li> <li>• Sollverläufe auf Zulässigkeit überprüfen und realisierbare Vorsteuerungen entwerfen.</li> <li>• die Regelkreis-Stabilität definieren und mit dem Nyquist-Kriterium untersuchen.</li> <li>• entscheiden, wann welcher Reglertyp in Frage kommt und nach welchen Gesichtspunkten dessen Parameter zu wählen sind.</li> <li>• für lineare Eingrößensysteme einen geeigneten Regler entwerfen.</li> <li>• ergänzende Maßnahmen zur Störverhaltensverbesserung beschreiben und zur Anwendung bringen.</li> <li>• die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich weiterführende</li> </ul> |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | Frequenzbereichsmethoden der Regelungstechnik selbständig erschließen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Systemtheorie linearer zeitkontinuierlicher Systeme (inkl. Laplace-Transformation)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung, 12. Auflage, VDE-Verlag, 2016</li> <li>• M. Horn, N. Dourdoumas. Regelungstechnik, Pearson Studium, 2004</li> <li>• W. Leonhard. Einführung in die Regelungstechnik, 4. Auflage, Vieweg, 1987</li> <li>• J. Lunze. Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, 12. Auflage, Springer, 2020</li> <li>• R. Unbehauen. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, 2002</li> <li>• G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1 und 2, Springer, 1995</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                                    |               |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47760 | <b>Regenerative Energien (Wind, Sonne, Erdwärme)</b><br>Renewable energy (wind, solar, geothermal) | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Regenerative Energien - Erzeugung, Integration, Speicherung (2 SWS)                     | -             |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Marius Dillig<br>Sebastian Kolb                                                           |               |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Im Rahmen des Moduls werden aktuelle Problemstellungen der Integration und Transformation von Energiesystemen mit regenerativen Energien behandelt. Insbesondere werden Anlagentechnik, Speicher und Netzintegration vorgestellt und Ressourcenbewertungs-, Projektionsverfahren und Szenarioergebnisse verglichen und diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Ressourcenbewertung</li> <li>• Grundlagen von Prognose- und Projektionsverfahren</li> <li>• Photovoltaik, Anlagentechnik und Netzintegration</li> <li>• Windkraft, Anlagentechnik und Netzintegration</li> <li>• Regenerative Wärme: Anlagentechnik Geothermie / Biomasse</li> <li>• Grundlagen und Anlagentechnik von Energiespeichern</li> <li>• Netzintegration und Regelernergie mit EE</li> <li>• Integration und Transformation von Energiesystemen (Prof. Sterner)</li> </ul> <p>Darüber hinaus wird ein Szenario zur Integration erneuerbarer Energieressourcen erstellt. Die theoretischen Inhalte zur Ressourcenbewertung, Anlagentechnik, Speichern und Systemintegration werden dabei an praktischen Beispielen angewandt und zu einem Systemmodell mit Hilfe der Software Simile zusammengebaut. Die Ergebnisse der Szenariorechnungen werden von den Studierenden im Rahmen einer abschließenden Posterpräsentation vorgestellt und mit den Dozenten diskutiert.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden erlernen die Ressourcenbewertung, Anlagentechnik und Netzintegration von verschiedener reg. Energieträgern und Speichern. Sie lernen Projektionsverfahren zur Integration und Transformation von Energiesystemen kennen, wenden diese zur Modellerstellung und damit direkten praktischen Kompetenzerwerb selbstständig an und diskutieren und bewerten Prognoseergebnisse kritisch.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Erneuerbare Energien (EE) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|    |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                               |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Karl; Dezentrale Energiesysteme; Oldenbourg-Verlag</li> <li>• Sterner, Stadler; Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration; Springer Verlag</li> <li>• Quaschnig; Regenerative Energiesysteme: Technologie - Berechnung Simulation; Carl Hanser Verlag</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                           |               |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96390 | <b>Regenerative Energiesysteme</b><br>Renewable energy systems                            | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! |               |
| 3 | Lehrende                         | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt! |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Johann Jäger                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Diese Veranstaltung beschäftigt sich mit der Nutzung regenerativer Primärenergiequellen zur Umwandlung in mechanische und elektrische Energie.</p> <p>Das physikalische Verständnis für die Primärenergieträger Wasser, Wind, Biomasse, direkte Sonnenenergie und Erdwärme und deren Umwandlungsprozesse in elektrische Energie stehen dabei im Vordergrund. Dazu werden auch die Möglichkeiten und Wege zur Erhöhung der Prozesswirkungsgrade so wie deren technischen Potentiale in der elektrischen Energieversorgung aufgezeigt. Weiterhin werden die Randbedingungen beim Betrieb von regenerativen Energiesystemen im elektrischen Energieversorgungsnetz besprochen.</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Arten regenerativer Energiesysteme,</li> <li>• kennen die aktuellen Entwicklungen in der elektrischen Energieversorgung,</li> <li>• verstehen die physikalischen und technischen Zusammenhänge bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme,</li> <li>• verstehen die Herausforderungen bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme,</li> <li>• analysieren das Betriebsverhalten regenerativer Energiesysteme und</li> <li>• verstehen die Problematik der Integration regenerativer Energiesysteme in bestehende Systeme.</li> </ul>                                                                |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |

|    |                                         |                                            |
|----|-----------------------------------------|--------------------------------------------|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                 |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Es wird ein Skript zur Verfügung gestellt. |

|   |                                  |                                                                                       |               |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92772 | <b>Renewable energies</b><br>no english module name available for this module         | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Renewable Energies (2 SWS)<br>Übung: Renewable Energies (tutorial) (2 SWS) | -<br>-        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Katharina Herkendell                                                        |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Katharina Herkendell                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Climate change and energy transition</li> <li>• Renewable electricity generation and transmission</li> <li>• Wind energy</li> <li>• Photovoltaics</li> <li>• Bioenergy</li> <li>• Geothermal energy</li> <li>• Hydropower</li> <li>• Heat and electricity storage</li> <li>• Sector coupling and system integration</li> </ul>                  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Students who participate in this course will become familiar with basic concepts of conventional energies.</p> <p>Students who successfully participate in this module will</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the fundamentals of renewable energy conversion processes</li> <li>• assess environmental and social aspects of renewable energy conversion.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Slides published via StudOn</li> <li>• Karl; Dezentrale Energiesysteme; Oldenbourg-Verlag</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                            |

- |  |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Sterner, Stadler; Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration; Springer Verlag</li><li>• Quaschnig; Regenerative Energiesysteme: Technologie - Berechnung Simulation; Carl Hanser Verlag</li></ul> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |                                  |                                                                                                                                               |                         |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45230 | <b>Rheologie / Rheometrie mit Praktikum</b><br>Rheology/Rheometry (with laboratory)                                                           | <b>7,5 ECTS</b>         |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Rheologie/Rheometrie - Übung (1 SWS)<br>Praktikum: Rheologie/Rheometrie - Praktikum (3 SWS)<br>Vorlesung: Rheologie/Rheometrie (2 SWS) | -<br>2,5 ECTS<br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Andreas Wierschem<br>Santanu Kumar Basu                                                                                             |                         |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Andreas Wierschem                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Rheologie beschäftigt sich mit dem Verformungs- und Fließverhalten von Stoffen. Sie konzentriert sich vor allem auf das Materialverhalten komplexer Materie. Dazu gehören nahezu alle Materialien biologischen Ursprungs wie Zellen, Gewebe, Körperflüssigkeiten, Biopolymere und Proteine aber auch die meisten chemischen Systeme wie allgemein Polymerschmelzen und lösungen, Suspensionen, Emulsionen, Schäume oder Gele. Bei der Entwicklung ingenieurwissenschaftlicher Lösungen sind diese Kenntnisse bzw. deren messtechnische Erfassung von entscheidender Bedeutung. Dies beinhaltet die Bestimmung rheologischer Eigenschaften neuer Materialien aber auch biologischer Systeme, deren Veränderungen bei Krankheiten bzw. deren medikamentöser Behandlung. Es ist unerlässlich bei der Auslegung verfahrenstechnischer Anlagen (z.B. Druckverlust, Auswahl eines Rührorgans, Pumpen, Belastungsgrenzen von Zellen z.B. bei 3D-Druck oder in Bioreaktoren, etc.), der Prozesskontrolle (z.B. beim Drucken, Beschichten, Lackieren, Sprühen, Extrudieren, Etikettieren) bis hin zu den Qualitätsanforderungen des Produkts (Lebensmitteln, Kosmetika, Wasch- und Reinigungsmitteln, etc.).</p> <p>Im Rahmen des Moduls Rheologie/Rheometrie werden die Fließ- und Deformationseigenschaften bei konstanten und zeitabhängigen Beanspruchungen behandelt. Neben empirischen Fließgesetzen wird der Einfluss der Mikrostruktur auf das rheologische Verhalten der Stoffe dargestellt. Zudem werden die entsprechenden Messmethoden (rheometrisch, Online-, Inline-Viskosimeter, rheooptisch) und Einflüsse typischer Messfehler, deren Vermeidung bzw. Korrektur vorgestellt. Studierende werden dabei angeleitet, das erhaltene Wissen anzuwenden, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungen zu entwickeln. Darüber hinaus werden sie mit unterschiedlichen rheologischen Messsystemen und methoden vertraut.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Das Modul bietet eine systematische Einführung in die Rheologie und Rheometrie. Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Bedeutung der Rheologie sowohl im Alltag als auch bei industriellen Prozessen nachvollziehen</li> <li>• verfügen über einen Überblick über die verschiedenen grundlegenden rheologischen Phänomene</li> <li>• entwickeln ein konzeptionelles Verständnis für die wesentlichen rheologischen Phänomene</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die erworbenen Grundkenntnisse mit eingeübten Methoden und Vorgehensweisen an Hand von Beispielen praktisch anwenden</li> <li>• sind fähig, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungswege anwenden</li> <li>• verstehen die Zusammenhänge zwischen integralen Größen der Messgeräte und rheologischen Messgrößen</li> <li>• können geeignete Messmethoden auswählen und anwenden; erkennen und beheben typische Messfehler.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Grundwissen in Strömungsmechanik bzw. Thermofluidodynamik der Biotechnologie.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)<br>Praktikumsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)<br>Praktikumsleistung (0%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 135 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• C. W. Macosko: Rheology - Principles, Measurement and Application, Wiley-VCH (1994)</li> <li>• F. A. Morrison: Understanding Rheology, Oxford Univ. Press (2001)</li> <li>• J. F. Steffe: Rheological Methods in Food Process Engineering, Freeman (1996)</li> <li>• T. G. Mezger: Das Rheologie Handbuch, 5th ed., Vincentz (2016)</li> <li>• H. A. Barnes, J. F. Hutton, K. Walters: An Introduction to Rheology, Elsevier (1989)</li> <li>• R. G. Larson: The Structure and Rheology of Complex Fluids, Oxford (1999)</li> <li>• T. F. Tadros: Rheology of Dispersions, Wiley-VCH (2010)</li> <li>• T. A. Witten: Structured fluids, Oxford (2004)</li> <li>• P. Coussot: Rheometry of Pastes, Suspensions, and Granular Materials, Wiley (2005)</li> <li>• M. Pahl, W. Gleißle, H.-M. Laun: Praktische Rheologie der Kunststoffe und Elastomere, 4. Auflage, VDI-Verlag (1995)</li> <li>• D. Weipert, H.-D. Tscheuschner, E. Windhab: Rheologie der Lebensmittel, Behrs Verlag (1993)</li> </ul> |

- |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• M. A. Rao: Rheology of fluid and semisolid foods, 3rd ed., Springer</li><li>• J. W. Goodwin, R. W. Hughes: Rheology for Chemists, RSC Publishing (2008)</li><li>• D. Lerche, R. Miller, M. Schäffler: Dispersionseigenschaften, 2D-Rheologie, 3D-Rheologie, Stabilität (2015)</li><li>• G. G. Fuller: Optical Rheometry of Complex Fluids, Oxford Univ. Press (1995)</li></ul> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |                                   |                                                                  |               |
|---|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>312443 | <b>Software Projektmanagement</b><br>Software project management | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Vorlesung: Software-Projektmanagement (4 SWS)                    | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Prof. Dr. Bernd Hindel                                           |               |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Bernd Hindel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Zahlreiche Statistiken zeigen: Nur wenige Software-Projekte werden erfolgreich (hinsichtlich Zeit-, Budget- und Funktionsvorgaben) abgeschlossen. Sehr viele Projekte werden nur mit erheblichen Defiziten zu Ende gebracht, noch viel zu viele scheitern gänzlich. Oft liegen die Gründe im ungenügenden Projektmanagement.</p> <p>Die Vorlesung gibt einen Überblick zu grundlegenden Disziplinen des Projektmanagements und zeigt deren Wirkungsweisen an Hand von Praxisbeispielen.</p> <p>Gliederung:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung Grundbegriffe des Projektmanagements, unterschiedliche Projektgrößen, unterschiedliche Projektarten, Erfolg und Misserfolg in Projekten</li> <li>2. Projektstart und Planung, Kickoff-Meeting, Anforderungssammlung, Projektstrukturplan, Aufwandsschätzung, Aktivitäten-, Ressourcen- und Kostenplan</li> <li>3. Projektkontrolle und Steuerung, Fortschrittsüberwachung, Besprechungen, Berichte, Änderungsmanagement</li> <li>4. Personalmanagement, Der Faktor Mensch, Teamwork, Führungsgrundsätze, Gesprächsstrategien, Konflikte lösen</li> <li>5. Änderungsmanagement Konfigurationen, Änderungswünsche, Change Control Board, Built- und Release-Mechanismen</li> <li>6. Qualitäts- und Risikomanagement Qualitätsplan, Audits und Reviews, Risikoermittlung, Risikobewertung und Verfolgung, Gegenmaßnahmen</li> <li>7. Reifegrad Modelle und Standards CMMI, SPiCE, ISO9001, ISO/IEC12207</li> </ol> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundbegriffe des Projektmanagements</li> <li>• unterscheiden unterschiedliche Projektgrößen, unterschiedliche Projektarten</li> <li>• verstehen die Ursachen für Erfolg und Misserfolg in Projekten</li> <li>• planen selbständig Projekte und organisieren das Kickoff-Meeting</li> <li>• erstellen Anforderungen, Projektstrukturplan, Aufwandsschätzung, Aktivitäten-, Ressourcen- und Kostenplan</li> <li>• verstehen Projektkontrolle und Steuerung, Fortschrittsüberwachung, Besprechungen, Berichte, Änderungsmanagement</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundzüge des Personalmanagements (Der Faktor Mensch, Teamwork, Führungsgrundsätze, Gesprächsstrategien, Konflikte lösen)</li> <li>• planen und steuern Änderungsmanagement (Konfigurationen, Änderungswünsche, Change Control Board, Built- und Release-Mechanismen)</li> <li>• setzen Qualitäts- und Risikomanagement ein (Qualitätsplan, Audits und Reviews, Risikoermittlung, Risikobewertung und Verfolgung, Gegenmaßnahmen)</li> <li>• kennen die wichtigsten Reifegrad Modelle und Standards (CMMI, SPiCE, ISO9001, ISO/IEC12207)</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Portfolio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Portfolio (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|   |                                  |                                                                                                                             |                 |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96110 | <b>Systemlösungen für die Energiewende</b><br>Systemic aspects of a sustainable energy transformation                       | <b>5 ECTS</b>   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Systemlösungen für die Energiewende (0 SWS)<br><br>Vorlesung: Systemlösungen für die Energiewende (4 SWS) | -<br><br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Simon Resch<br>Dr. Hans-Christoph Maurer                                                                                    |                 |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Zentral für eine nicht nur technisch machbare, sondern auch ökonomisch effiziente Dekarbonisierung des europäischen Energieversorgungssystems ist der institutionelle Rahmen z. B. für Energiemärkte und den Umgang mit Energie-Infrastrukturen. Die Vorlesung vermittelt einen Überblick über diesbezügliche Fragen. Sie beginnt mit einer Einführung in Energiebilanzen und -szenarien und diskutiert Maßnahmen zum Umgang mit CO<sub>2</sub>-Emissionen und Klimawandel. Nach einer Erläuterung wesentlicher methodische Ansätze der ökonomischen Kostenrechnung erfolgt eine Einführung in die Funktionsweise von Energiemärkten. Daran anschließend werden Fragestellung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und der Gewährleistung von Versorgungssicherheit vor dem Hintergrund der Energiewende und den resultierenden Herausforderungen für die Stromnetze diskutiert. Die Vorlesung schließt mit einem Überblick über die Flexibilisierung des Stromsystems durch erzeugungs- und lastseitige Flexibilitätspotenziale und die Dekarbonisierung der Sektoren Wärme und Verkehr durch Sektorkopplungstechnologien.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundzüge des energiewirtschaftlichen Ordnungsrahmens in Deutschland und Europa;</li> <li>• sind vertraut mit den wesentlichen Akteuren im Energiesystem und ihren Rollen;</li> <li>• analysieren die Anreize für das Handeln dieser Akteure und die resultierenden Wirkungen für das Energieversorgungssystem;</li> <li>• können Energiebilanzen und Energieszenarien lesen und interpretieren;</li> <li>• verstehen die Bedeutung energiebedingter CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Bekämpfung des Klimawandels und können die Wirkungsweise von Instrumenten zur Emissionsreduktion erläutern;</li> <li>• beherrschen die energiewirtschaftliche Kostenrechnung aus betriebs- und volkswirtschaftlicher Perspektive;</li> <li>• verstehen die Funktionsweise von Märkten für elektrische Energie;</li> <li>• beschreiben Potenziale, Kosten und Systemwirkungen unterschiedlicher Technologien erneuerbarer Energien;</li> </ul>                                                                                                                           |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen die Herausforderungen zur Gewährleistung von Versorgungssicherheit in einem von erneuerbaren Energien dominierten Erzeugungssystem sowie denkbare Lösungsansätze;</li> <li>• kennen die Mechanismen zur Koordination von Energiemarkt und Netzinfrastruktur wie Netzausbau und Engpassmanagement;</li> <li>• verstehen den Bedarf zur Flexibilisierung des Energieversorgungssystems sowie diesbezügliche Potenziale und Hemmnisse;</li> <li>• beschreiben mögliche Strategien zur Dekarbonisierung der Sektoren Wärme und Verkehr u. a. über die verstärkte Nutzung von Strom als Energieträger und</li> <li>• entwickeln somit im Laufe der Vorlesung ein Verständnis für die komplexen Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Teilen des Energieversorgungssystems, das eine aktive und informierte Teilnahme an laufenden energiepolitischen und energiewirtschaftlichen Debatten ermöglicht.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Energetechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152</p> <p>Modulgruppe Elektrische Energiesysteme (EES) Master of Science Energietechnik 20222</p> <p>Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | <p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>Alle gezeigten Folien werden elektronisch zur Verfügung gestellt.</p> <p>Nachfolgende Literaturhinweise dienen der eigenständigen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• T. Cowen, A. Tabarrok; Modern Principles of Economics; Third Edition; Worth Publishers, New York, 2015 (insbesondere für Studierende ohne wirtschaftswissenschaftlichen Hintergrund)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

- |  |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• G. Erdmann, P. Zweifel; Energieökonomik; Theorie und Anwendungen; Springer, Berlin, Heidelberg, 2008.</li><li>• D. S. Kirschen, G. Strbac; Fundamentals of Power System Economics; Second Edition; Wiley, 2018.</li></ul> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |                                  |                                                                                        |                 |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97004 | <b>Werkstoffe und Erprobung im Automobilbau</b><br>Materials and testing in automotive | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Werkstoffe und Erprobung im Automobilbau<br>(2 SWS)                         | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Rudolf Stauber                                                               |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Es wird der Einsatz aktueller Werkstoffe im Automobilbau beleuchtet. Zunächst wird auf die Grundlagen des Automobilbaus und die besonderen Ansprüche an die Materialien eingegangen. Im weiteren Verlauf werden die heute eingesetzten Werkstoffgruppen und ihre Erprobung erläutert und abschließend auf die Besonderheiten der Werkstoffrückgewinnung im Automobilbau hingewiesen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Fachkompetenz<br/>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erwerben Wissen über die automobilspezifischen Anforderungen an Werkstoffe.</li> <li>• Die Studierenden erwerben Wissen über die Eigenschaften relevanter Vertreter aus den Bereichen Metalle, Polymere, Gläser und keramische Werkstoffe.</li> <li>• Die Studierenden erwerben Wissen über die Anforderungen hinsichtlich der Dauerhaltbarkeit und die entsprechenden Prüfmethode von Bauteilen und Fahrzeugen.</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können geeignete Werkstoffe für bestimmte Anwendungsfelder identifizieren und auswählen.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

# Hauptseminar

|   |                                   |                                                                           |                 |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>620908 | <b>Elektrische Energieversorgung</b><br>Seminar: Electrical power systems | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Hauptseminar: Seminar Elektrische Energieversorgung (2 SWS)               | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Dr.-Ing. Gert Mehlmann                                                    |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Es werden Themen aus folgenden Schwerpunkten angeboten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromrichter oder FACTS (Flexible AC Transmission Systems) in elektrischen Energieversorgungsnetzen,</li> <li>• Energiefragen und Energiesparen</li> <li>• Aktuelle Probleme aus der Forschung</li> </ul> <p>Die einzelnen Themen und weitere Informationen sind zu finden auf <a href="http://ees.eei.uni-erlangen.de/studium-lehre/hauptseminare/see.shtml">http://ees.eei.uni-erlangen.de/studium-lehre/hauptseminare/see.shtml</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden kennen aktuelle Herausforderungen auf dem Gebiet elektrischer Energieversorgung in der Forschung und der Industrie und verstehen das Zusammenspiel aus technischen, gesellschaftlichen, umwelttechnischen Anforderungen der Zukunft.</p> <p>Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studierenden zudem in der Lage, sich eigenständig in ein neues Themengebiet einzuarbeiten, eine strukturierte Recherche zur Auffindung relevanter Quellen durchzuführen, Quellen nach ingenieurwissenschaftlichen Grundsätzen zu analysieren und zu bewerten, strukturiert eine wissenschaftlich fundierte Ausarbeitung anzufertigen, behandelte Thematik für eine zeitlich begrenzte Präsentation vor Fachpublikum aufzubereiten, die Grundsätze der Präsentationstechnik anzuwenden und sich der fachlichen Diskussion vor Wissenschaftlern zu der ausgearbeiteten Thematik stellen.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Hauptseminar Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Portfolio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Portfolio (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|   |                                   |                                                                                             |                 |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>969377 | <b>Hauptseminar Energieverfahrenstechnik</b><br>Advanced seminar Energy Process Engineering | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Hauptseminar: Hauptseminar EVT (Master) (2 SWS)                                             | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Christian Wondra                                                                            |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Die Studierenden führen zu einem vorgegebenen Thema eine Literaturrecherche für eine wissenschaftliche Problemstellung durch, die Ergebnisse werden schriftlich auf 5 Seiten dokumentiert und am Lehrstuhl in einem 10-minütigen Vortrag präsentiert. Bei der Recherche soll vorwiegend auf Primärliteratur zurückgegriffen werden. Die Themen ergeben sich laufend aus den Forschungsgebieten auf der Lehrstuhl-Homepage.</p> <p>Bei Interesse kontaktieren Sie die/den zuständige/n Mitarbeiter/in, um aktuelle Themen zu erfragen oder eigene Themenvorschläge einzubringen.</p> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>Die Studierenden lernen in dem Seminar, wissenschaftliche Vorträge zu erarbeiten und zu präsentieren.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Hauptseminar Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Portfolio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Portfolio (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | <p>Präsenzzeit: 15 h</p> <p>Eigenstudium: 60 h</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|   |                                   |                                                                                 |                 |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>926829 | <b>Hauptseminar EVT (Master)</b><br>Advanced seminar Energy Process Engineering | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Hauptseminar: Hauptseminar EVT (Master) (2 SWS)                                 | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Christian Wondra                                                                |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Die Studierenden führen zu einem vorgegebenen Thema eine Literaturrecherche für eine wissenschaftliche Problemstellung durch, die Ergebnisse werden schriftlich auf 5 Seiten dokumentiert und am Lehrstuhl in einem 10-minütigen Vortrag präsentiert. Bei der Recherche soll vorwiegend auf Primärliteratur zurückgegriffen werden. Die Themen ergeben sich laufend aus den Forschungsgebieten auf der Lehrstuhl-Homepage.<br>Bei Interesse kontaktieren Sie die/den zuständige/n Mitarbeiter/in, um aktuelle Themen zu erfragen oder eigene Themenvorschläge einzubringen. |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Lern- bzw. Methodenkompetenz<br>Die Studierenden lernen in dem Seminar, wissenschaftliche Vorträge zu erarbeiten und zu präsentieren.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Hauptseminar Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Portfolio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Portfolio (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 15 h<br>Eigenstudium: 60 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|   |                                   |                                                                                               |                 |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>908830 | <b>Hochspannungs- und Diagnosetechnik</b><br>Seminar: High-voltage and diagnostics technology | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Hauptseminar: Seminar Hochspannungs- und Diagnosetechnik (2 SWS)                              | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Dr.-Ing. Dieter Braisch                                                                       |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Dieter Braisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Im Seminar werden Themenstellungen aus den folgenden Gebieten im Rahmen von Vorträgen und mittels einer entsprechenden Ausarbeitung dargestellt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Hochspannungstechnik</li> <li>• Belastung elektrischer Isolierungen, Isolationskoordination</li> <li>• Elektrische Felder, Durchschlagsprozesse in Isolierstoffen</li> <li>• Stationäre Hochspannungsprüfanlagen, mobile Prüfsysteme, synthetische Prüfschaltungen</li> <li>• Hochspannungsmess- und Diagnosetechnik</li> <li>• Erfassung &amp; Diagnose von Teilentladungen</li> <li>• Messverfahren und Interpretation dielektrischer Kenngrößen</li> <li>• Alterungsmechanismen und Lebensdauerprognose von Isoliersystemen</li> <li>• Diagnose und Zustandsanalyse elektrischer Versorgungssysteme</li> </ul> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeiten sich eigenständig in ein Thema aus den oben genannten Themengebieten ein</li> <li>• Führen eine Literaturrecherche durch und bewerten die Ergebnisse</li> <li>• Entwickeln eine Präsentation für Fachpublikum</li> <li>• Stellen ihre Ergebnisse im Rahmen einer Präsentation vor</li> <li>• Fassen ihre Ergebnisse in einer schriftlichen Ausarbeitung zusammen</li> <li>• Diskutieren Sachverhalte unter Fachleuten</li> </ul> <p>Dies alles geschieht im Rahmen der Vorträge aus den unter "Seminarinhalt" genannten Gebieten und der entsprechenden Ausarbeitung.</p>                                                                                                                                                                               |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Hauptseminar Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Portfolio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Portfolio (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|    |                                             |                                         |
|----|---------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | keine Literaturhinweise hinterlegt!     |

|   |                                   |                                                                                              |                 |
|---|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>669151 | <b>Seminar Hochspannungs- und Diagnosetechnik</b><br>High-voltage and diagnostics technology | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Hauptseminar: Seminar Hochspannungs- und Diagnosetechnik (2 SWS)                             | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Dr.-Ing. Dieter Braisch                                                                      |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Im Seminar werden Themenstellungen aus den folgenden Gebieten im Rahmen von Vorträgen und mittels einer entsprechenden Ausarbeitung dargestellt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Hochspannungstechnik</li> <li>• Belastung elektrischer Isolierungen, Isolationskoordination</li> <li>• Elektrische Felder, Durchschlagsprozesse in Isolierstoffen</li> <li>• Stationäre Hochspannungsprüfanlagen, mobile Prüfsysteme, synthetische Prüfschaltungen</li> <li>• Hochspannungsmess- und Diagnosetechnik</li> <li>• Erfassung &amp; Diagnose von Teilentladungen</li> <li>• Messverfahren und Interpretation dielektrischer Kenngrößen</li> <li>• Alterungsmechanismen und Lebensdauerprognose von Isoliersystemen</li> <li>• Diagnose und Zustandsanalyse elektrischer Versorgungssysteme</li> </ul> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeiten sich eigenständig in ein Thema aus den oben genannten Themengebieten ein</li> <li>• Führen eine Literaturrecherche durch und bewerten die Ergebnisse</li> <li>• Entwickeln eine Präsentation für Fachpublikum</li> <li>• Stellen ihre Ergebnisse im Rahmen einer Präsentation vor</li> <li>• Fassen ihre Ergebnisse in einer schriftlichen Ausarbeitung zusammen</li> <li>• Diskutieren Sachverhalte unter Fachleuten</li> </ul> <p>Dies alles geschieht im Rahmen der Vorträge aus den unter "Seminarinhalt" genannten Gebieten und der entsprechenden Ausarbeitung.</p>                                                                                                                                                                               |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Hauptseminar Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Seminarleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Seminarleistung (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|    |                                             |                                        |
|----|---------------------------------------------|----------------------------------------|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 0 h<br>Eigenstudium: 75 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                             |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | keine Literaturhinweise hinterlegt!    |

|   |                                   |                                                                                                          |                 |
|---|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>520908 | <b>Moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung</b><br>Modern trends in electrical power systems | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Hauptseminar: Seminar Moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung (2 SWS)                       | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Prof. Dr. Johann Jäger                                                                                   |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Johann Jäger                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Es werden Themen aus folgenden Schwerpunkten angeboten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Windkraftanlagen</li> <li>• Kernfusion - Energie der Zukunft?</li> <li>• Hochtemperatur-Supraleiter (HTSL) in der elektrischen Energieversorgung</li> <li>• Liberalisierung des Strommarktes</li> <li>• Energiefragen und Energiesparen</li> </ul> <p>Die einzelnen Themen und nähere Informationen sind zu finden auf <a href="http://ees.eei.uni-erlangen.de/studium-lehre/hauptseminare/ste.shtml">http://ees.eei.uni-erlangen.de/studium-lehre/hauptseminare/ste.shtml</a></p>                                                                                                                                                                                                                                        |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden kennen moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung und verstehen die technischen Zusammenhänge moderner Trends in der elektrischen Energieversorgung.</p> <p>Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studierenden zudem in der Lage sich eigenständig in ein neues Themengebiet einzuarbeiten, eine strukturierte Recherche zur Auffindung relevanter Quellen durchzuführen, Quellen nach ingenieurwissenschaftlichen Grundsätzen zu analysieren und zu bewerten, strukturiert eine wissenschaftlich fundierte Ausarbeitung anzufertigen, behandelte Thematik für eine zeitlich begrenzte Präsentation vor Fachpublikum aufzubereiten, die Grundsätze der Präsentationstechnik anzuwenden und sich der fachlichen Diskussion vor Wissenschaftlern zu der ausgearbeiteten Thematik stellen.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Hauptseminar Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Portfolio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Portfolio (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|    |                                         |                                     |
|----|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                             |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | keine Literaturhinweise hinterlegt! |

|   |                                   |                                                                                           |                 |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>420908 | <b>Nachhaltige Energiesysteme</b><br>Sustainable energy systems                           | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! |                 |
| 3 | Lehrende                          | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt! |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Ausgewählte Themen aus den Bereichen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Großräumige Übertragungsnetze</li> <li>• Integration der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien</li> <li>• Stabilität im nationalen und internationalen Verbundbetrieb</li> <li>• Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung im Kontext zukünftiger Netzstrukturen</li> <li>• Smart Energy Systems</li> <li>• Marktmechanismen in der Stromerzeugung</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden kennen aktuelle Herausforderungen auf dem Gebiet elektrischer Energiesysteme, verstehen die Anforderungen und die technischen Zusammenhänge nachhaltiger Energiesysteme und verstehen das Zusammenspiel aus technischen, gesellschaftlichen, umwelttechnischen Anforderungen der Zukunft. Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studierenden zudem in der Lage sich eigenständig in ein neues Themengebiet einzuarbeiten, eine strukturierte Recherche zur Auffindung relevanter Quellen durchzuführen, Quellen nach ingenieurwissenschaftlichen Grundsätzen zu analysieren und zu bewerten, strukturiert eine wissenschaftlich fundierte Ausarbeitung anzufertigen, behandelte Thematik für eine zeitlich begrenzte Präsentation vor Fachpublikum aufzubereiten, die Grundsätze der Präsentationstechnik anzuwenden und sich der fachlichen Diskussion vor Wissenschaftlern zu der ausgearbeiteten Thematik stellen. |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Hauptseminar Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Portfolio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Portfolio (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |

|    |                                             |                                         |
|----|---------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>                  | in jedem Semester                       |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | keine Literaturhinweise hinterlegt!     |

|   |                                   |                                                                                                                            |                 |
|---|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>241192 | <b>Seminar Elektrische Antriebstechnik MA</b><br>no english module name available for this module                          | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Seminar: Hauptseminar Elektrische Antriebstechnik MA<br>(2 SWS)                                                            | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Veronika Solovieva<br>Marco Eckstein<br>Shima Khoshzaman<br>Sara Hosseini<br>Dr.-Ing. Jens Igney<br>Alexander Pfannschmidt |                 |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Jens Igney                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | Das Seminar behandelt wechselnde Themen aus dem Bereich "Elektrische Antriebstechnik" und angrenzenden Bereichen. Die Teilnehmer arbeiten sich selbständig anhand wissenschaftlicher Literatur in das Ihnen zugewiesene Thema ein. Hierbei werden sie von einem wissenschaftlichen Mitarbeiter betreut. Sie erstellen eine schriftliche Ausarbeitung und halten einen Vortrag vor Lehrenden und Kommilitonen. Besonderes Gewicht liegt auf der Präsentation und der anschließenden Diskussion. Die Teilnehmer sind verpflichtet, sich an der Diskussion zu den Vorträgen ihrer Kommilitonen mit Fragen zu beteiligen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• recherchieren wissenschaftliche und nichtwissenschaftliche Literatur</li> <li>• ordnen, gewichten und bewerten die Inhalte in Bezug auf das zugewiesene Thema</li> <li>• bereiten die Inhalte gemäß dem Zielpublikum (Kommiliton*inn*en im MA-Studium) auf</li> <li>• erstellen eine schriftliche Ausarbeitung gemäß den Richtlinien für wissenschaftliche Fachartikel</li> <li>• präsentieren das Thema in einem Vortrag vor allen anderen Teilnehmern und wissenschaftlichen Mitarbeitern</li> <li>• beantworten kompetent und sicher die fachspezifischen Fragen der Kommilitonen und des übrigen Publikums</li> <li>• erbringen reflexive Diskussionsleistung zu den Vorträgen der Kommilitonen</li> </ul> <p>Dies alles geschieht im Rahmen des Themenbereichs "Elektrische Antriebstechnik (und angrenzende Bereiche)". Die Leistungen werden im Zusammenhang mit dem individuell dem/ der Studierenden zugewiesenen Thema erbracht.</p> |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Hauptseminar Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|    |                                         |                                         |
|----|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Seminarleistung                         |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Seminarleistung (100%)                  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester                       |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | keine Literaturhinweise hinterlegt!     |

|   |                                   |                                                                                                             |                 |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>248929 | <b>Seminar 'Moderne Methoden der Regelungstechnik'</b><br>no english module name available for this module  | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Hauptseminar: Seminar Moderne Methoden der Regelungstechnik (2 SWS)                                         | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Dr.-Ing. Andreas Michalka<br>Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen<br>Prof. Dr. Thomas Moor<br>Dr.-Ing. Andreas Völz |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen<br>Prof. Dr. Thomas Moor<br>Dr.-Ing. Andreas Völz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Im Seminar sollen Studierende zu einem aktuellen Forschungsthema der Regelungstechnik eine Literaturrecherche durchführen, die Ergebnisse schriftlich zusammenfassen und in einem Vortrag präsentieren sowie die anderen Vorträge kritisch diskutieren. Die genauen Themen werden zu Semesterbeginn festgelegt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> <li>eigenständig Fachliteratur zu einem aktuellen Forschungsthema der Regelungstechnik auffinden und verstehen</li> <li>komplexe fachbezogene Inhalte schriftlich zusammenfassen und in vertiefter Weise bewerten</li> <li>eine Präsentation für ein Fachpublikum entwerfen</li> <li>einen Vortrag in freier Rede in einem vorgegebenen Zeitrahmen durchführen</li> <li>komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht präsentieren und argumentativ vertreten sowie das eigene Argumentationsverhalten in kritisch-reflexiver Weise erweitern</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Die Vorlesungen "Regelungstechnik A" und "Regelungstechnik B" oder "Einführung in die Regelungstechnik" werden empfohlen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Hauptseminar Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Seminarleistung<br>Im Rahmen des Seminars sind zu dem gewählten Thema eine ca. 10-seitige schriftliche Ausarbeitung anzufertigen, ein 30-minütiger Vortrag mit Diskussion hierüber zu halten und die anderen Vorträge reflexiv zu diskutieren. Die Note ergibt sich zu gleichen Teilen aus den Bewertungen des Vortrags inklusive der reflexiven Diskussionsleistung und der schriftlichen Ausarbeitung.                                                                                                                                                                                                                        |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Seminarleistung (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |

|    |                                             |                                         |
|----|---------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | keine Literaturhinweise hinterlegt!     |

|   |                                   |                                                                                                                          |                 |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>812723 | <b>Seminar Moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung</b><br>Seminar modern trends in electrical power systems | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Hauptseminar: Seminar Moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung (2 SWS)                                       | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Prof. Dr. Johann Jäger                                                                                                   |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Johann Jäger                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Es werden Themen aus folgenden Schwerpunkten angeboten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Windkraftanlagen</li> <li>• Kernfusion - Energie der Zukunft?</li> <li>• Hochtemperatur-Supraleiter (HTSL) in der elektrischen Energieversorgung</li> <li>• Liberalisierung des Strommarktes</li> <li>• Energiefragen und Energiesparen</li> </ul> <p>Die einzelnen Themen und nähere Informationen sind zu finden auf <a href="http://ees.eei.uni-erlangen.de/studium-lehre/hauptseminare/ste.shtml">http://ees.eei.uni-erlangen.de/studium-lehre/hauptseminare/ste.shtml</a></p>                                                                                                                                                                                                                                        |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden kennen moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung und verstehen die technischen Zusammenhänge moderner Trends in der elektrischen Energieversorgung.</p> <p>Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studierenden zudem in der Lage sich eigenständig in ein neues Themengebiet einzuarbeiten, eine strukturierte Recherche zur Auffindung relevanter Quellen durchzuführen, Quellen nach ingenieurwissenschaftlichen Grundsätzen zu analysieren und zu bewerten, strukturiert eine wissenschaftlich fundierte Ausarbeitung anzufertigen, behandelte Thematik für eine zeitlich begrenzte Präsentation vor Fachpublikum aufzubereiten, die Grundsätze der Präsentationstechnik anzuwenden und sich der fachlichen Diskussion vor Wissenschaftlern zu der ausgearbeiteten Thematik stellen.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Hauptseminar Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Seminarleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Seminarleistung (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|    |                                             |                                        |
|----|---------------------------------------------|----------------------------------------|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 0 h<br>Eigenstudium: 75 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                             |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | keine Literaturhinweise hinterlegt!    |

|   |                                   |                                                                                 |                 |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>381473 | <b>Seminar Nachhaltige Energiesysteme</b><br>Seminar sustainable energy systems | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Hauptseminar: Seminar Nachhaltige Energiesysteme (2 SWS)                        | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther<br>David Riebesel                                |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Ausgewählte Themen aus den Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Großräumige Übertragungsnetze</li> <li>• Integration der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien</li> <li>• Stabilität im nationalen und internationalen Verbundbetrieb</li> <li>• Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung im Kontext zukünftiger Netzstrukturen</li> <li>• Smart Energy Systems</li> <li>• Marktmechanismen in der Stromerzeugung</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden kennen aktuelle Herausforderungen auf dem Gebiet elektrischer Energiesysteme, verstehen die Anforderungen und die technischen Zusammenhänge nachhaltiger Energiesysteme und verstehen das Zusammenspiel aus technischen, gesellschaftlichen, umwelttechnischen Anforderungen der Zukunft. Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studierenden zudem in der Lage sich eigenständig in ein neues Themengebiet einzuarbeiten, eine strukturierte Recherche zur Auffindung relevanter Quellen durchzuführen, Quellen nach ingenieurwissenschaftlichen Grundsätzen zu analysieren und zu bewerten, strukturiert eine wissenschaftlich fundierte Ausarbeitung anzufertigen, behandelte Thematik für eine zeitlich begrenzte Präsentation vor Fachpublikum aufzubereiten, die Grundsätze der Präsentationstechnik anzuwenden und sich der fachlichen Diskussion vor Wissenschaftlern zu der ausgearbeiteten Thematik stellen.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Hauptseminar Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Seminarleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Seminarleistung (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|    |                                         |                                     |
|----|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                             |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | keine Literaturhinweise hinterlegt! |

|   |                                  |                                                                                                                  |                 |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94970 | <b>Seminar on Advanced Power Electronics Topics</b><br>no english module name available for this module          | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Hauptseminar: Seminar on Advanced Power Electronics Topics (2 SWS)                                               | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Thomas Eberle<br>Stefanie Büttner<br>Madlen Hoffmann<br>Nikolai Weitz<br>Prof. Dr. Martin März<br>Melanie Lavery |                 |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Thomas Eberle<br>Prof. Dr. Martin März                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Das Seminar adressiert ein breites Themenspektrum aus dem Bereich der Leistungselektronik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuartige Schaltungstopologien und deren Analyse</li> <li>• Moderne Leistungsbaulemente und deren Eigenschaften (Si, SiC, GaN, u.a.)</li> <li>• Regel- und Modulationsverfahren für Schaltwandler</li> <li>• Fragen der Aufbautechnik und Entwärmung in leistungselektronischen Wandlern</li> <li>• RF-Leistungselektronik und geschaltete Verstärker</li> <li>• Aspekte der elektromagnetischen Verträglichkeit</li> <li>• Simulation und Modellierung</li> <li>• Anwendungstechnik</li> </ul> <p>Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung wird das gewählte Thema unter Anleitung eines Betreuers oder einer Betreuerin eigenständig bearbeitet. Das Seminar umfasst einen mind. 4-seitigen Bericht im doppelspaltigen IEEE-Format. Am Ende wird das Ergebnis in einem 20 minütigem Vortrag und einer anschließenden Diskussion von 10 Minuten präsentiert.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlernen die Fähigkeit, ein Thema aufzubereiten, Recherchen durchzuführen, die Erkenntnisse zu strukturieren und verständlich zu präsentieren</li> <li>• erlernen die Fähigkeit, ihre Ergebnisse in einem wissenschaftlichen Format zu Papier zu bringen</li> <li>• erlangen grundlegende Kenntnisse in Präsentationstechniken</li> <li>• gewinnen Erfahrung im Vortrag vor Publikum</li> <li>• erlernen die Fähigkeit, als Zuhörer aktiv Fragen zu formulieren, technische Sachverhalte zu diskutieren und wertschätzendes Feedback zu geben.</li> </ul> <p>Dies alles geschieht im Rahmen des unter Seminarinhalte ausgeführten Themenbereichs. Die Leistungen werden im Zusammenhang mit dem individuellen Thema des/ der Studierenden erbracht.</p>                                                                                                                                                                                  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|    |                                          |                                                     |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt! |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Hauptseminar Master of Science Energietechnik 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Seminarleistung                                     |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Seminarleistung (100%)                              |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 10 h<br>Eigenstudium: 65 h             |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                          |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch oder Englisch                               |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                 |

|   |                                   |                                                                                                   |                 |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>456328 | <b>Seminar Thermodynamik für Energietechniker</b><br>Seminar thermodynamics for energy technology | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Seminar: Seminar Thermodynamik für Energietechniker<br>(0 SWS)                                    | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Phillipp Bräuer<br>Prof. Dr.-Ing. Stefan Will                                                     |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Simon Aßmann<br>Dr.-Ing. Franz Huber<br>Prof. Dr.-Ing. Stefan Will                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | In diesem Seminar werden Präsentations- und Arbeitstechniken demonstriert, mit denen sich Vorträge und erforderliches Begleitmaterial erstellen lassen. Studierende wenden diese zur Erstellung eines Vortrags mit Begleitliteratur anhand von aktuellen, interessanten Themen innerhalb der gewählten Studienrichtung an.                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können erforderliche Literatur auffinden, analysieren und bewerten</li> <li>• arbeiten sich eigenständig in ein Themengebiet ein</li> <li>• wenden Präsentationstechniken an</li> <li>• entwickeln eine Präsentation mit Begleitmaterial für ein Fachpublikum</li> <li>• führen einen Vortrag im vorgegebenen Zeitrahmen durch</li> <li>• diskutieren Sachverhalte unter Fachleuten</li> <li>• sind in der Lage, zielorientiert mit Kommilitonen sowie externen Fachleuten und fachfremden Dritten zusammenzuarbeiten</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Kenntnisse in Technischer Thermodynamik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Hauptseminar Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Portfolio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Portfolio (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 15 h<br>Eigenstudium: 60 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|   |                                   |                                                                                                                                                                       |                 |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>466889 | <b>Seminar Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Energietechnik</b><br>Seminar Thermophysical Properties of Working Materials in Energy Technology | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Hauptseminar: Seminar Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Energietechnik (0 SWS)                                                                 | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Dr.-Ing. Michael Rausch<br>Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba                                                                                                          |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | In diesem Seminar werden Präsentations- und Arbeitstechniken demonstriert, mit denen sich Vorträge und erforderliches Begleitmaterial erstellen lassen. Studierende wenden diese zur Erstellung eines Vortrags mit Begleitliteratur anhand von aktuellen, interessanten Themen innerhalb der gewählten Studienrichtung an.                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können erforderliche Literatur auffinden, analysieren und bewerten</li> <li>• arbeiten sich eigenständig in ein Themengebiet ein</li> <li>• wenden Präsentationstechniken an</li> <li>• entwickeln eine Präsentation mit Begleitmaterial für ein Fachpublikum</li> <li>• führen einen Vortrag im vorgegebenen Zeitrahmen durch</li> <li>• diskutieren Sachverhalte unter Fachleuten</li> <li>• sind in der Lage, zielorientiert mit Kommilitonen sowie externen Fachleuten und fachfremden Dritten zusammenzuarbeiten</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Kenntnisse in Technischer Thermodynamik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2;1;3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Hauptseminar Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Portfolio<br>Ausarbeitung von 5-10 Seiten, Vortrag von 20-30 Minuten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Portfolio (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 15 h<br>Eigenstudium: 60 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

# Laborpraktikum

|   |                                  |                                                                                                                                |                 |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97660 | <b>Lab Course in Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering</b><br>no english module name available for this module | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!                                      |                 |
| 3 | Lehrende                         | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!                                      |                 |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Dr.-Ing. Franz Huber                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Das Praktikum dient der Vertiefung und praktischen Anwendung des in der Vorlesung Leistungselektronik erarbeiteten Stoffes. Es werden 6 Versuche in Dreiergruppen durchgeführt. Die Versuche 1-3 werden vom Lehrstuhl EAM, die Versuche 4-6 vom Lehrstuhl EMF durchgeführt.</p> <p>Kurzbeschreibung der Versuche:</p> <p>*1. Eigenschaften eines Insulated Gate Bipolar Transistors (IGBT)*<br/>In diesem Versuch wird das Durchlaß- und Schaltverhalten eines IGBT und der antiparallelen Freilaufdiode bei Variation von Parametern, wie Gatewiderstand, Streuinduktivität usw., untersucht.</p> <p>*2. Dreiphasiger Pulsumrichter*<br/>Über einen dreiphasigen Pulsumrichter mit U/f-Steuerung wird eine Asynchronmaschine gespeist, die von einer Gleichstrommaschine belastet wird.</p> <p>Untersucht werden die Netzspannungen und -ströme, die Motorspannungen und -ströme und interne Größen des Pulsumrichters bei Variation der Belastung.</p> <p>*3. Unterbrechungsfreie Stromversorgung (Online) (USV)*<br/>Untersucht wird das Betriebsverhalten einer serienmäßigen USV bei verschiedenen Netzstörungen und Belastungen.</p> <p>*4. Flyback-Converter Schaltung*<br/>An einer hochfrequent getakteten dc-dc Schaltung mit galvanischer Trennung von Eingangs- und Ausgangsspannung sollen Untersuchungen zu den folgenden Themen durchgeführt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kontinuierliche bzw. diskontinuierliche Betriebsart</li> <li>• Realisierung mehrerer Ausgangsspannungen.</li> </ul> <p>*5. Analyse eines dc-dc Schaltnetzteiles*<br/>Untersucht werden sollen Fragestellungen aus den Bereichen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlustmechanismen / Wirkungsgrad</li> <li>• Schaltverhalten von MOSFETS</li> <li>• Reduzierung von unerwünschten Oszillationen und Überspannungen.</li> </ul> <p>*6. CUK - Converter*<br/>Untersucht wird das Betriebsverhalten einer CUK-Converter Schaltung und die Möglichkeit zur Kompensation des Hochfrequenzstromes am Eingang bzw. Ausgang der Schaltung (magnetische Integration).</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Studierende arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen:</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden bauen die Versuche teilweise selbst auf und führen Messungen durch. Evaluieren (Beurteilen)<br/>Die Messergebnisse werden mit Vorlesung und Übung verglichen und die Ergebnisse werden analysiert.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laborpraktikum Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h                                                                                                                                                                                                                               |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | EMF: Arbeitsblätter zur Vorlesung  Leistungselektronik <br><br>EAM: Skript zur Vorlesung<br><br>Versuchsbeschreibungen                                                                                                                                                |

|   |                                  |                                                                                         |                 |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97610 | <b>Laborpraktikum Leistungselektronik</b><br>Laboratory course: Power electronics       | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Praktikum: Praktikum Leistungselektronik (3 SWS)                                        | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Thomas Eberle<br>Stefanie Büttner<br>Madlen Hoffmann<br>Nikolai Weitz<br>Melanie Lavery |                 |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Thomas Eberle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Das Praktikum dient der Vertiefung und praktischen Anwendung des in der Vorlesung Leistungselektronik erarbeiteten Stoffes. Es werden 6 Versuche in Dreiergruppen durchgeführt. Die Versuche 1-3 werden vom Lehrstuhl EAM, die Versuche 4-6 vom Lehrstuhl EMF durchgeführt.</p> <p>Kurzbeschreibung der Versuche:</p> <p>*1. Eigenschaften eines Insulated Gate Bipolar Transistors (IGBT)*<br/>In diesem Versuch wird das Durchlaß- und Schaltverhalten eines IGBT und der antiparallelen Freilaufdiode bei Variation von Parametern, wie Gatewiderstand, Streuinduktivität usw., untersucht.</p> <p>*2. Dreiphasiger Pulsumrichter*<br/>Über einen dreiphasigen Pulsumrichter mit U/f-Steuerung wird eine Asynchronmaschine gespeist, die von einer Gleichstrommaschine belastet wird.<br/>Untersucht werden die Netzspannungen und -ströme, die Motorspannungen und -ströme und interne Größen des Pulsumrichters bei Variation der Belastung.</p> <p>*3. Unterbrechungsfreie Stromversorgung (Online) (USV)*<br/>Untersucht wird das Betriebsverhalten einer serienmäßigen USV bei verschiedenen Netzstörungen und Belastungen.</p> <p>*4. Flyback-Converter Schaltung*<br/>An einer hochfrequent getakteten dc-dc Schaltung mit galvanischer Trennung von Eingangs- und Ausgangsspannung sollen Untersuchungen zu den folgenden Themen durchgeführt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kontinuierliche bzw. diskontinuierliche Betriebsart</li> <li>• Realisierung mehrerer Ausgangsspannungen.</li> </ul> <p>*5. Analyse eines dc-dc Schaltnetztes*</p> <p>Untersucht werden sollen Fragestellungen aus den Bereichen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlustmechanismen / Wirkungsgrad</li> <li>• Schaltverhalten von MOSFETS</li> <li>• Reduzierung von unerwünschten Oszillationen und Überspannungen.</li> </ul> <p>*6. CUK - Converter*</p> <p>Untersucht wird das Betriebsverhalten einer CUK-Converter Schaltung und die Möglichkeit zur Kompensation des Hochfrequenzstromes am Eingang bzw. Ausgang der Schaltung (magnetische Integration).</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Studierende arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen:</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden bauen die Versuche teilweise selbst auf und führen Messungen durch. Evaluieren (Beurteilen)<br/>Die Messergebnisse werden mit Vorlesung und Übung verglichen und die Ergebnisse werden analysiert.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laborpraktikum Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h                                                                                                                                                                                                                               |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | EMF: Arbeitsblätter zur Vorlesung  Leistungselektronik <br><br>EAM: Skript zur Vorlesung<br><br>Versuchsbeschreibungen                                                                                                                                                |

|   |                                   |                                                                                    |                 |
|---|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>490782 | <b>Praktikum Elektrische Antriebstechnik MA</b><br>Laboratory electrical drives MA | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Praktikum: Praktikum Elektrische Antriebstechnik MA (3 SWS)                        | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Marco Eckstein<br>Karsten Knörzer<br>Sara Hosseini<br>Shima Tavakoli               |                 |

|   |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>Das Praktikum dient zur Vertiefung und praktischen Anwendung des in den Vorlesungen auf dem Gebiet der Antriebstechnik erarbeiteten Stoffes. Es werden vier Versuche in Vierer- bis maximal Fünfer-Gruppen durchgeführt.</p> <p>Vor Beginn der Praktikumsversuche findet eine Einführungsveranstaltung zur verwendeten Meßtechnik und zur Programmierung speicherprogrammierbarer Steuerungen statt.</p> <p> Kurzbeschreibung der Versuche: </p> <p><b>*Transistorsteller (V1)*</b></p> <p>In diesem Versuch werden die verschiedenen Varianten der Gleichstromsteller gezeigt: Tiefsetzsteller, Hochsetzsteller, Zwei- und Vierquadrantensteller. Alle Varianten werden mit IGBTs und Dioden im Leistungsteil aufgebaut. Die Steuerung erfolgt mit Hilfe eines Pulsweitenmodulators. Die Steller speisen eine Gleichstrommaschine, die mit Hilfe einer anderen Gleichstrommaschine belastet werden kann. Durch diesen Versuchsaufbau ist es möglich, Ansteuerverfahren und Funktionsweisen kennenzulernen, Kennlinien und Wirkungsgrade experimentell zu ermitteln.</p> <p><b>*Stationäres Betriebsverhalten einer Asynchronmaschine (V2)*</b></p> <p>Zuerst werden durch Messungen im Leerlauf und Stillstand die Parameter des Ersatzschaltbildes meßtechnisch bestimmt. Mit Hilfe der Parameter werden die Stromortskurve und die Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie berechnet. Durch Belastungsmessungen werden verschiedene Punkte auf den Kennlinien meßtechnisch überprüft. Anschließend wird bei konstanter Belastung und verschiedenen Drehzahlen der Einfluß der Drehzahlverstellung mit Zusatzwiderständen und mit Spannungsverstellung auf die Leistungsbilanz durch Leistungsmessungen ermittelt.</p> <p><b>*Umrichtergespeister Asynchronmotor (V3)*</b></p> <p>Eine Asynchronmaschine wird mit einem Pulsumrichter mit einstellbarer Spannung und Frequenz betrieben. Zunächst wird der Betrieb mit <math>U/f = \text{konst.}</math> bei unterschiedlichen Belastungen und Modulationsverfahren meßtechnisch untersucht. Der Motor wird sowohl im Grunddrehzahlbereich unterhalb der Nennfrequenz als auch im Feldschwächbereich betrieben. Dabei werden die Ständerspannungen und Ständerströme aufgezeichnet und deren Frequenzspektrum bei verschiedenen Modulationsverfahren des Pulsumrichters ausgewertet. Anschließend wird der Asynchronmotor an einem Pulsumrichter mit feldorientierter Regelung betrieben. Es werden wieder Spannungen</p> |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <p>und Ströme bei verschiedenen Belastungen aufgezeichnet und die Frequenzspektren ausgewertet. Die Auswertungen beim Betrieb mit <math>U/f = \text{konst.}</math> und feldorientierter Regelung werden verglichen.</p> <p><b>*Digitale Regelung eines Drehstrom-Servoantriebes (V4)*</b></p> <p>Servoantriebe haben die Aufgabe, Maschinenteile exakt zu positionieren oder entlang bestimmter Bahnkurven zu bewegen. Sie werden zum Beispiel in der Fertigungstechnik (Werkzeugmaschinen, Industrierobotern, usw.) eingesetzt. Heutzutage werden üblicherweise Drehstrommaschinen als Servomotoren gebraucht. Man unterscheidet bei diesen Motoren zwei Varianten: den älteren Blockstrom- und den moderneren Sinusstrommotor.</p> <p>In diesem Versuch wird eine permanenterregte Synchronmaschine mit Sinusstrom untersucht. Neben der Wirkungsweise des Motors liegt der Schwerpunkt des Versuches auf dem Verständnis der digitalen Regelung.</p> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Studierende arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen:</p> <p>Wissen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden bauen die Versuche teilweise auf und führen Messungen durch. Evaluieren: Die Messergebnisse werden mit Vorlesungen verglichen und die Ergebnisse werden analysiert.</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laborpraktikum Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 30 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|   |                                   |                                                                                       |                 |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>126738 | <b>Praktikum Elektrische Energieversorgung</b><br>Laboratory electrical power systems | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Praktikum: Praktikum Elektrische Energieversorgung (3 SWS)                            | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Dr.-Ing. Gert Mehlmann                                                                |                 |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Dr.-Ing. Gert Mehlmann                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Für die Versuchsdurchführung steht den Studierenden die Modellanlage für Netz- und Anlagentechnik des Lehrstuhls zur Verfügung, welche aus einer analogen Nachbildung der wichtigsten in der elektrischen Energieversorgung vorkommenden Betriebsmittel im Maßstab 1:1000 besteht. An der Modellanlage untersuchen die Studierenden das Verhalten einzelner Betriebsmittel als auch die Funktion des Gesamtsystems. Weiterhin werden in dem Laborpraktikum fehlerbehaftete Netzzustände untersucht, die in der Praxis unbedingt vermieden werden müssen, wie Kurzschlüsse, Fehlsynchronisation oder Instabilität. Das Modell besteht im Einzelnen aus einer Kraftwerksnachbildung, mehreren Freileitungsnachbildungen, drei Umspannwerken, einer Netzeinspeisung (Verbundnetz) sowie Generator- und Netzschutzeinrichtungen. Für einen Versuch zur Teilverkabelung steht den Studierenden eine Drehstromtafel zur Verfügung, welche die Möglichkeit bietet, Leitungen im Modellmaßstab aufzubauen und deren Betriebsverhalten auf anschauliche Weise zu untersuchen. Abweichend von den Laborversuchen lernen die Studierenden in einem Praktikumsversuch die Grundlagen der stationären Netzsimulation mit Hilfe einer Netzberechnungssoftware. Inhaltlich werden folgende Themen mit jeweils einem Versuch abgedeckt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ)</li> <li>• Regelung in der elektrischen Energieversorgung</li> <li>• Wirkungsweise des Distanzschutzes</li> <li>• Digitaler Motorschutz</li> <li>• Teilverkabelung einer Höchstspannungs-Drehstrom-Trasse im Modellmaßstab</li> <li>• Digitale Lastfluss- und Kurzschlussstromberechnung</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Praktikum soll praxisnah ein breites Themenspektrum der Elektrischen Energieversorgung abdecken</li> <li>• Die Versuche werden in Kleingruppen von maximal fünf Studierenden durchgeführt, um die aktive Mitarbeit aller Praktikums Teilnehmer sicherzustellen</li> <li>• Verglichen mit einer Vorlesung erlaubt die individuelle Betreuung in einem Praktikum gezielt mit den Studierenden zu interagieren und Wissenslücken aktiv zu schließen</li> </ul> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die grundlegenden technischen Zusammenhänge und das Betriebsverhalten von Komponenten elektrischer Energiesysteme</li> <li>• analysieren die Schutzverfahren elektrischer Betriebsmittel</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten die Ergebnisse der Versuche gemäß ingenieurwissenschaftlicher Aspekte</li> <li>• entwickeln Regelstrategien für elektrische Energiesysteme und technische Lösungen zu realitätsnahen Problemstellungen</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Es handelt sich um eine Blockveranstaltung die in der vorlesungsfreien Zeit stattfindet.                                                                                                                                                                            |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                 |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laborpraktikum Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                               |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 30 h                                                                                                                                                                                                                             |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                 |

|   |                                   |                                                                                                                  |                 |
|---|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>836673 | <b>Praktikum Energieelektronik</b><br>Laboratory energy electronics                                              | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Praktikum: Praktikum Energieelektronik (3 SWS)                                                                   | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Thomas Eberle<br>Stefanie Büttner<br>Madlen Hoffmann<br>Nikolai Weitz<br>Prof. Dr. Martin März<br>Melanie Lavery |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Thomas Eberle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | In fünf Versuchen werden folgende Themen behandelt. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistungshalbleiter</li> <li>• DC-DC-Wandler</li> <li>• Energieeinspeisung aus PV-Quellen</li> <li>• Energiespeicherung in elektrochemischen Speichern</li> <li>• Regelung und Stabilitätsanalyse von DC-Netzen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                       |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Funktionsweise leistungselektronischer Komponenten und Wandler</li> <li>• können Messmittel der Leistungselektronik anwenden</li> <li>• erproben PV-Module und Batteriespeicher</li> <li>• analysieren das Zusammenspiel zwischen leistungselektronischen Komponenten, speisenden Quellen und Lasten in Gleichstromnetzen und identifizieren kritische Betriebsarten</li> <li>• können in Gruppen kooperativ und verantwortlich arbeiten</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laborpraktikum Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|    |                          |                                                                                                                                            |
|----|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16 | <b>Literaturhinweise</b> | Vorbereitende Literatur: Skripte zu den Vorlesungen<br>"Leistungselektronik" und "Leistungselektronik für dezentrale<br>Energieversorgung" |
|----|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |                                   |                                                                              |                 |
|---|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>967871 | <b>Praktikum Hochspannungstechnik</b><br>Laboratory high voltage engineering | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Praktikum: Praktikum Hochspannungstechnik (3 SWS)                            | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Dr.-Ing. Dieter Braisch                                                      |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Dieter Braisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Für die Versuchsdurchführung stehen den Studierenden die Hochspannungsprüfhalle sowie zwei weitere Hochspannungsprüfkabinen des Lehrstuhls zur Verfügung. In vier Versuchen werden einige typische Problemstellungen der Hochspannungstechnik exemplarisch bearbeitet. Nach Erläuterung der jeweiligen Aufgabenstellung wird der Versuch durch die Studierenden selbstständig aufgebaut, es werden Messreihen durchgeführt, wissenschaftlich dokumentiert und bewertet.</p> <p>Die bearbeiteten Problemstellungen beinhalten unter anderem Themen der Isoliertechnik, Chemie, Hochfrequenz- und Messtechnik.</p> <p>Aufgrund der Gefahr durch Hochspannung werden die Versuche erst nach einer ausführlichen Sicherheitsbelehrung und unter erhöhten Sicherheitsvorkehrungen bei ständiger Betreuung durchgeführt. Dies ist ein weiterer wichtiger Aspekt der Hochspannungstechnik, der in diesem Praktikum vermittelt wird.</p> <p>Es werden folgende Versuche durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchschlagfestigkeit von Isoliertgasen</li> <li>• Gasentladung in Luft abhängig von der Elektrodengeometrie und -polarität</li> <li>• Teilentladungen</li> <li>• Wanderwellen</li> </ul> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden die Grundlagen der Hochspannungstechnik in Versuchen an</li> <li>• verstehen die Besonderheiten der Messverfahren in der Hochspannungstechnik</li> <li>• analysieren die Belastung von Betriebsmitteln unter Hochspannung</li> <li>• lernen unter erhöhten Sicherheitsvorkehrungen zu arbeiten</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Es handelt sich um eine Blockveranstaltung, die in der vorlesungsfreien Zeit stattfindet.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laborpraktikum Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|    |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 30 h                                                                                                                                                                                                                                    |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript zur Vorlesung Hochspannungstechnik</li> <li>• Küchler, A.: Hochspannungstechnik, Springer-Verlag, 2017</li> <li>• Beyer, M., Boeck, W., Möller, K., Zaengl, W.:<br/>Hochspannungstechnik, Springer-Verlag, 1986</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                                            |                 |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92511 | <b>Praktikum Stromrichter in der Energieversorgung</b><br>no english module name available for this module | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!                  |                 |
| 3 | Lehrende                         | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!                  |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Gert Mehlmann                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutorium</li> <li>• Aufbau der MMC Konverterregelung</li> <li>• Betrieb einer MMC-HGÜ</li> <li>• Basic Design einer MMC HGÜ Konverterstation</li> <li>• Betrieb einer LCC HGÜ</li> <li>• Auswirkungen auf AC Schutz durch Stromrichtereinspeisung</li> <li>• Regelung eines Microgrids</li> </ul>                                              |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Das Praktikum soll praxisnah das Verständnis von netz- und selbstgeführten Stromrichtern in der Energieversorgung vermitteln. Das in der Vorbereitung angeeignete Wissen wird über ein Tutorium vertieft. Die so erlangten Kenntnisse müssen in den Laboren angewandt werden.</p> <p>Die Studierende analysieren in Kleingruppen verschiedene Problemstellungen und lösen diese.</p> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laborpraktikum Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Praktikumsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 30 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische Energiesysteme: Wissensvernetzung von Stromrichter, Netzbetrieb und Netzschutz (German Edition) 1. Aufl. 2021 Auflage</li> </ul>                                                                                                                                                                                                   |  |

|   |                                   |                                                                                                                                                                                                                   |          |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>417523 | <b>Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik Praktikum</b><br>Laboratory course in thermophysical properties of working materials in process and energy engineering | 2,5 ECTS |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Praktikum: Praktikum in Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik (3 SWS)                                                                                           | 2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                          | Dr.-Ing. Thomas Manfred Koller<br>Tobias Klein<br>Dr.-Ing. Michael Rausch<br>Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba<br>Dr. Johannes Knorr                                                                              |          |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Dr.-Ing. Thomas Manfred Koller                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Im Rahmen des Praktikums werden an 10 Terminen verschiedene praktische Aspekte im Zusammenhang mit Stoffdaten behandelt. Dabei werden z.B. die Bestimmung von Viskosität und Diffusionskoeffizient mittels Dynamischer Lichtstreuung und die Analyse der entsprechenden Größen mittels molekularer Modellierung sowie die Charakterisierung von maßgeschneiderten Arbeitsfluiden für Hochtemperaturwärmepumpensysteme und Organic Rankine Cycles über die Erstellung einer Zustandsgleichung demonstriert. Zudem führen die Studierenden in 4 Fällen selbständig Versuchsauswertungen bzw. Datenanalysen durch.</p> <p><b>*Content*</b></p> <p>In the lab course, several practical aspects in context with thermophysical properties will be treated within 10 events. Here, for example, the determination of viscosity and diffusion coefficients by Dynamic Light Scattering, the evaluation of the same properties by molecular modeling, and the characterization of tailor-made working fluids for high-temperature heat pump systems and Organic Rankine Cycles by the development of equations of state will be demonstrated. In context with 4 of these events, the students will perform data evaluations and analyses.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden führen selbständig Praktikumsversuche durch, indem sie beispielsweise Diffusionskoeffizienten mittels Dynamischer Lichtstreuung bestimmen und mittels molekularer Modellierung analysieren, Viskositäten und Grenzflächenspannungen mit optischen und konventionellen Methoden messen sowie maßgeschneiderte Arbeitsfluide für Hochtemperaturwärmepumpensysteme und Organic Rankine Cycles über die Erstellung einer Zustandsgleichung charakterisieren.</p> <p><b>*Education objectives and competences*</b></p> <p>The students conduct experiments independently by, e.g., determining diffusion coefficients using Dynamic Light Scattering, evaluating</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | the same properties by molecular modeling, measuring viscosities and interfacial tensions by optical and conventional methods, and characterizing tailor-made working fluids for high-temperature heat pump systems and Organic Rankine Cycles by the development of equations of state.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Voraussetzung: Besuch der Vorlesung und Übung<br>"Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik"<br>Mandatory: Attending the lecture and exercise in "Thermophysical Properties of Working Materials in Process and Energy Engineering"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1;2;3;4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laborpraktikum Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• R. C. Reid, J. M. Prausnitz, B. E. Poling, The properties of gases and liquids, McGraw Hill Book Co., New York, 1987</li> <li>• Recommended Reference Materials for the Realization of Physicochemical Properties, K. N. Marsh (ed.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1987</li> <li>• Measurement of the Transport Properties of Fluids, W. A. Wakeham, A. Nagashima, and J. V. Sengers (eds.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1991</li> <li>• R. Haberlandt, S. Fritzsche, G. Peinel, K. Heinzinger, Molekulardynamik: Grundlagen und Anwendungen, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 1995</li> <li>• R. W. Kunz, Molecular Modelling für Anwender, Teubner, Stuttgart 1997</li> <li>• M. J. Assael, J. P. M. Trusler, T. F. Tsoakakis, Thermophysical Properties of Fluids, Imperial College Press, London, 1996</li> <li>• Transport Properties of Fluids, J. Millat, J. H. Dymond, and C. A. Nieto de Castro (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, 1996</li> <li>• J. M. Haile, Molecular Dynamics Simulation: Elementary Methods, John Wiley &amp; Sons, Inc., Canada, 1997</li> <li>• G. Grimvall, Thermophysical Properties of Materials, Elsevier, Amsterdam, 1999</li> </ul> |

- |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• J. A. Wesselingh, R. Krishna, Mass Transfer in Multicomponent Mixtures, Delft University Press, Delft, The Netherlands, 2000</li> <li>• Equations of State for Fluids and Fluid Mixtures, J. V. Sengers, R. F. Kayser, C. J. Peters, and H. J. White, Jr. (eds.), Elsevier, Amsterdam 2000</li> <li>• Measurement of the Thermodynamic Properties of Single Phases, A. R. H. Goodwin, K. N. Marsh, and W. A. Wakeham (eds.), Elsevier, Amsterdam 2003</li> <li>• Diffusion in Condensed Matter, P. Heitjans and J. Kärger (eds.), Springer, New York 2005</li> <li>• R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, Transport Phenomena, John Wiley &amp; Sons, Inc., U.S.A., 2007</li> <li>• C. L. Yaws, Thermophysical Properties of Chemicals and Hydrocarbons, William Andrew, Inc., Norwich, 2008</li> <li>• Applied Thermodynamics of Fluids, A. R. H. Goodwin, J. V. Sengers, C. J. Peters (eds.), Elsevier, Amsterdam, 2010</li> <li>• Experimental Thermodynamics Volume IX: Advances in Transport Properties of Fluids, M. J. Assael, A. R. H. Goodwin, V. Vesovic, and W. A. Wakeham (eds.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2014</li> </ul> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |                                  |                                                                                                           |                 |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96531 | <b>Praktikum Transmission System Operations and Control</b><br>Transmission system operations and control | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Praktikum: Praktikum Transmission System Operations and Control (0 SWS)                                   | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther                                                                            |                 |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>The practical training gives the students the opportunity to get to know the operative business of a TSO. The learning objective is to deepen the contents of the lectures as well as to put them into practice. To this end, students will carry out practical training in cooperation with the TSO - Swissgrid and its transmission system or control room environment. This direct link between theory and practice gives students a comprehensive insight into the state of the art. The work practice will therefore take place on site at Swissgrid.</p> <p>In the context of Europe's security of supply, Swissgrid plays a very important role as a transit country and coordination centre for Southern Europe. This interanationalism and the associated routines of daily business is an aspect that the students should get to know during their internship.</p> <p>Students should learn and recognize how the physical laws of a complex European energy system can be embedded in an operational control room environment through mathematical representation. To this end, the following points are discussed and worked through in groups or individually in connection with Swissgrid:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The load-frequency control complex process from dimensioning of operational reserves until SCADA/EMS systems functionalities.</li> <li>• Implementation of the theory of reactive power / voltage control.</li> <li>• Integration of WAM (PMU-based) system measurements philosophy in the system operation.</li> <li>• Investigation of the related processes:</li> </ul> <p>- Long term operational planning process includes the planning of outages and set up the reference model of Swiss transmission system.</p> <p>- In the short term operational planning process the Continental European network model is being merged and checked.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In case of discovered contingencies the remedial actions are proposed and implemented</li> <li>• State estimation calculations in the real-time operation including operational security analysis, real-time congestion management and remedial actions.</li> <li>• Data and information exchange internally and among TSOs in Europe.</li> </ul> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Under guidance, gain initial insights and knowledge of the operational processes of TSOs.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Practice-oriented introduction to the future problems of power engineering.</li> <li>• Transformation of the physical phenomena in the control automatics and the actions</li> <li>• Investigation and interpretation of the numerical results with the help of their engineering knowledge</li> <li>• Gain experience in dealing with the complexity of transmission system operation</li> <li>• Development of methodological competence for the processing and provision of complex energy technology topics</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Due to the external venue, the number of participants in this exclusive internship is very limited. In order to guarantee the learning success the corresponding lecture is strictly recommended. If the number of applicants exceeds the number of places available, a decision will be made based on the lecture grades.                                                                                                                                                                                                                                          |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laborpraktikum Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Praktikumsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 30 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

# Studienrichtung Elektrische Energietechnik

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                 |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96511 | <b>Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme</b><br>Operating materials and components for electrical energy supply systems                                                                                                                                           | <b>5 ECTS</b>                   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | <p>Vorlesung: Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (2 SWS)</p> <p>Übung: Übungen zu Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (2 SWS)</p> <p>Exkursion: Kurzexkursion zu Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (0 SWS)</p> | <p>5 ECTS</p> <p>-</p> <p>-</p> |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther                                                                                                                                                                                                                                                         |                                 |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>"Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme" beschäftigt sich mit den Betriebsmitteln und Komponenten elektrischer Energiesysteme.</p> <p>Als Einleitung bekommen die Studierenden einen Überblick über die Struktur und den Aufbau der elektrischen Energieversorgung. Anschließend werden die notwendigen Berechnungsgrundlagen für die Modellierung der Komponenten erläutert.</p> <p>Im Hauptteil werden die einzelnen Betriebsmittel der elektrischen Energieversorgung vorgestellt und auf die mathematische Modellierung ihres Verhaltens eingegangen.</p> <p>Des Weiteren wird auf die Kriterien zur Dimensionierung von kompletten Anlagen, Komponenten und einzelnen Betriebsmitteln eingegangen. Abschließend werden die aktuellen Entwicklungen in der Leistungselektronik und Speichertechnik vorgestellt und erläutert.</p> <p>Gliederung:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung: Grundlagen elektrischer Energiesysteme</li> <li>2. Berechnungsgrundlagen</li> <li>3. Ersatzschaltungen und Kenndaten von Betriebsmitteln <ul style="list-style-type: none"> <li>• Freileitungen</li> <li>• Kabel</li> <li>• Transformatoren</li> <li>• Generatoren</li> <li>• Lasten</li> <li>• Kompensationseinrichtungen</li> </ul> </li> <li>4. Aufbau und Komponenten von Schaltanlagen</li> <li>5. Bemessung und Auslegung von Anlagen und Betriebsmitteln</li> <li>6. Leistungselektronische Komponenten</li> <li>7. Speicher</li> </ol> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die charakteristischen Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme der Primär- und Sekundärtechnik (Freileitungen, Kabel, Transformatoren, Generatoren, Lasten, Kompensationsanlagen, Leistungselektronik, Speicher, Schutzgeräte und weitere),</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundsätze bei Planung und Betrieb von elektrischen Anlagen,</li> <li>• verstehen den konstruktiven Aufbau und die grundlegenden Funktionen einzelner Betriebsmittel und Komponenten,</li> <li>• verstehen das Zusammenwirken von Betriebsmitteln und Komponenten in elektrischen Energiesystemen,</li> <li>• wenden die erworbenen Fähigkeiten zur elektrischen Nachbildung von Betriebsmitteln und Komponenten an,</li> <li>• wenden die erworbenen Berechnungsgrundlagen in realitätsnahen Aufgabenstellungen an,</li> <li>• wenden Bemessungsgrundlagen in Anwendungsfällen für Anlagen und Betriebsmittel an und</li> <li>• können die Problemstellungen bei der Planung und dem Betrieb von elektrischen Anlagen verstehen und die Methoden der Lösung anwenden.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der elektrischen Energieversorgung</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energetechnisches Wahlmodul Master of Science Energetechnik 20152<br>Studienrichtung Elektrische Energetechnik Master of Science Energetechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herold: Elektrische Energieversorgung II. Parameter elektrischer Stromkreise - Freileitungen und Kabel Transformatoren, J. Schlembach Fachverlag, 2. Auflage, 2008 und 2010.</li> <li>• Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 8. Auflage, 2016.</li> <li>• Schwab, A.: Elektroenergiesysteme, Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie Springer-Verlag, 2.Auflage 2009.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|   |                                  |                                                                                                                                           |                  |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96630 | <b>Leistungselektronik</b><br>Power electronics                                                                                           | <b>5 ECTS</b>    |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Leistungselektronik (2 SWS)<br>Vorlesung: Leistungselektronik (2 SWS)<br>Tutorium: Leistungselektronik Tutorium (0 SWS) | -<br>5 ECTS<br>- |
| 3 | Lehrende                         | Madlen Hoffmann<br>Prof. Dr. Martin März<br>Stefanie Büttner                                                                              |                  |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Thomas Eberle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>*Grundlagen der Topologieanalyse*: Stationaritätsbedingungen, Strom-Spannungsformen, verbotene Schalthandlungen</p> <p>*Nicht-isolierende Gleichspannungswandler*: Grundlegende Schaltungstopologien, Funktionsweise, Dimensionierung</p> <p>*Isolierende Gleichspannungswandler*: Grundlegende Schaltungstopologien, Gleichrichterschaltungen, Transformatoren als Übertrager bzw. Energiespeicher</p> <p>*Leistungshalbleiter*: Grundlagen des statischen und dynamischen Verhaltens von MOSFET, IGBT und Dioden; Spezifika von WBG-Leistungshalbleitern auf Basis von Siliziumcarbid (SiC) und Galliumnitrid (GaN); Kommutierungsarten; Kurzschluss, Avalanche</p> <p>*Passive Leistungsbaulemente*: Induktive Bauelemente (weichmagnetische Kernmaterialien, nichtlineare Eigenschaften, Kernverluste, Wicklungsverluste); Kondensatoren (Technologien und deren Anwendungseigenschaften, sicherer Arbeitsbereich, Brauchbarkeitsdauer, Impedanzverhalten)</p> <p>*Parasitäre Elemente*: Niederinduktive Aufbautechniken</p> <p>*Treiber- und Ansteuerschaltungen für Leistungshalbleiter*: Grundsaltungen zur Ansteuerung MOS-gesteuerter Bauelemente mit und ohne galvanische Isolation, Schaltungen zur Erhöhung von Störabstand und Treiberleistung, Ladungspumpe, Schutzbeschaltungen, PWM-Modulatoren</p> <p>*Gleichrichter und Leistungsfaktorkorrektur*: Phasenan-/abschnittsteuerung, Netzstromverzerrungen, aktive Leistungsfaktorkorrektur, Gleichrichterschaltungen</p> <p>*Wechselrichter*: Netzgeführte Stromrichter, Zwei-/Dreipunktwechselrichter, Sinus-Dreieck- und Raumzeigermodulation</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Funktionsprinzipien leistungselektronischer Basistopologien mit und ohne galvanische Isolation erklären,</li> <li>• einfache leistungselektronische Wandler analysieren und die für ein Systemdesign relevanten elektrischen und thermischen Parameter berechnen,</li> <li>• die grundlegenden Eigenschaften verschiedener Schaltungslösungen erklären und diskutieren,</li> <li>• die Vor- und Nachteile verschiedener Bauteiltechnologien in einer leistungselektronischen Schaltung bewerten,</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>einfache leistungselektronische Wandler entwerfen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Studienrichtung Elektrische Energietechnik Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>[1] Franz Zach: Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-04898-3</p> <p>[2] Schröder D., Marquardt R.: Leistungselektronische Schaltungen. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-662-55324-4</p> <p>[3] Joachim Specovius: Grundkurs Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-03308-8</p> <p>[4] Ulrich Schlienz: Schaltnetzteile und ihre Peripherie. Vieweg, ISBN 3-528-03935-3</p> <p>[5] Albach M.: Induktivitäten in der Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-15080-8</p> <p>[6] Tursky W., Reimann T., et al.: Applikationshandbuch Leistungshalbleiter. Semikron, ISBN 978-3-938843-56-7</p> <p>[7] Volke A., Hornkamp M.: IGBT Modules. Infineon, ISBN 978-3-00-040134-3</p> <p>[8] Kenneth L. Kaiser: Electromagnetic Compatibility Handbook. CRC Press, ISBN 0-8493-2087-9</p> <p>[9] Hofer K.: Moderne Leistungselektronik und Antriebe. VDE-Verlag, ISBN 3-8007-2067-1</p> |

# Modulgruppe Elektrische Energiesysteme (EES)

|   |                                  |                                                                                                                                           |                 |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96521 | <b>Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme</b><br>Operating performance of electrical energy systems                                | <b>5 ECTS</b>   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übung zu Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (2 SWS)<br>Vorlesung: Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (2 SWS) | -<br><br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Julian Richter<br>Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther                                                                                          |                 |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>"Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme" beschäftigt sich mit den Grundlagen des Betriebsverhaltens elektrischer Energiesysteme. Der Schwerpunkt liegt auf der Auslegung und dem Betrieb elektrischer Übertragungsnetze. Dabei wird sowohl auf die Transportaufgabe des Systems als auch auf die Erbringung von Systemdienstleistungen eingegangen (z.B. Frequenz- und Spannungsregelung). Zu Beginn bekommen die Studierenden einen Überblick über die Aufgaben der Systemanalyse von elektrischen Energieversorgungssystemen und es werden die notwendigen Grundlagen zur Durchführung von Netzberechnungen erläutert.</p> <p>Anschließend werden Netze im stationären Betrieb betrachtet. Hierfür wird die Methodik der Leistungsfluss- und der Kurzschlussstromberechnung erläutert. In diesem Zusammenhang wird auch auf den Einfluss der Sternpunktbehandlung und Erdung eingegangen.</p> <p>Weiterhin wird die Thematik der Systemstabilität behandelt, welche die Polradwinkel-, Spannungs- und Frequenzstabilität elektrischer Energiesysteme beinhaltet. Abschließend wird auf die Leistungs-Frequenz-Regelung und die Spannungsregelung elektrischer Energiesysteme behandelt.</p> <p>*Gliederung*:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aufgaben und Grundlagen der Systemanalyse</li> <li>2. Grundlagen der Netzberechnung</li> <li>3. Stationäre Netzberechnungen</li> <li>4. Kurzschlussstromberechnung</li> <li>5. Stabilität</li> <li>6. Netzregelung und Systemführung</li> </ol> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die typischen Netzstrukturen elektrischer Energiesysteme,</li> <li>• kennen die Grundlagen der Netzbetriebsführung,</li> <li>• verstehen das grundsätzliche Verhalten elektrischer Energiesysteme im gestörten und ungestörten Betrieb,</li> <li>• verstehen die Ursachen und Charakteristik von lokalen und überregionalen Ausgleichsvorgängen in elektrischen Energiesystemen,</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden ingenieurwissenschaftliche Herangehensweisen zur Untersuchung realer Szenarien an,</li> <li>• analysieren die Erbringung von Systemdienstleistungen (Frequenzhaltung, Spannungshaltung, Versorgungswiederaufbau und Betriebsführung) in Verbundsystemen,</li> <li>• analysieren systematisch das Systemverhalten mit Hilfe mathematischer Verfahren im stationären und dynamischen Betrieb,</li> <li>• analysieren Ursachen des Systemverhaltens anhand von Aufzeichnungen aus dem Betrieb großer Verbundsysteme und</li> <li>• analysieren Konzepte zur Verbesserung des Systemverhaltens elektrischer Energiesysteme.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der elektrischen Energieversorgung</li> <li>• Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Elektrische Energiesysteme (EES) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 8. Auflage, 2016.</li> <li>• Schwab, A.: Elektroenergiesysteme, Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie Springer-Verlag, 2.Auflage 2009.</li> <li>• Herold: Elektrische Energieversorgung III und IV, J. Schlembach Fachverlag, 2. Auflage, 2008 und 2003</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|   |                                  |                                                                                                                                                                           |                 |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96550 | <b>Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen</b><br>Electrical energy supply with renewables                                                          | <b>5 ECTS</b>   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übung zu Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen (1 SWS)<br>Vorlesung: Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen (3 SWS) | -<br><br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther<br>Prof. Dr. Johann Jäger                                                                                                                  |                 |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Johann Jäger<br>Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | "Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen" beinhaltet wesentliche Themen der Integration von erneuerbaren Energiequellen in die elektrische Energieversorgung. Die Betrachtung erfolgt entlang der Energiekette d.h. von der Energieumwandlung, Energietransport bis zur Energienutzung. Dies umfasst insgesamt die sieben Themenblöcke: Technologien regenerativer Energieumwandlungsanlagen (REA) und deren Netzkopplung, Anschlussbedingungen und Netzdienstleistungen, Netzintegration und Duale Netzplanung, Energieübertragung und Netzregelung, Energieverteilung und Kommunikation im Verteilnetz, Speichertechnologien und deren Betriebsverhalten sowie Netzsicherheit und Netzausfallvermeidung. Wichtige Fragestellungen der Themenblöcke werden hinsichtlich der Aufgabenstellung der Integration erneuerbaren Energiequellen tiefergehend besprochen und in einen umfassenden Systemzusammenhang gestellt. Die Übung bietet Anwendungsmöglichkeiten der vermittelten Inhalte und Methoden und gibt Einblicke in deren praktischen Umsetzung. |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die aktuellen Entwicklungen der elektrischen Energieversorgung hinsichtlich der REA-Integration</li> <li>• verstehen den Gesamtzusammenhang der REA-Integration</li> <li>• verstehen wichtige Fragestellungen der Energieumwandlungsanlagen (REA) und deren Netzkopplung</li> <li>• verstehen wichtige Fragestellungen der Anschlussbedingungen und Netzdienstleistungen</li> <li>• verstehen wichtige Fragestellungen der Netzintegration und Duale Netzplanung</li> <li>• verstehen wichtige Fragestellungen der Energieübertragung und Netzregelung</li> <li>• verstehen wichtige Fragestellungen der Energieverteilung und Kommunikation im Verteilnetz</li> <li>• verstehen wichtige Fragestellungen der Speichertechnologien und deren Betriebsverhalten</li> <li>• verstehen wichtige Fragestellungen der Netzsicherheit und Netzausfallvermeidung hinsichtlich der REA-Integration</li> </ul>                                                                                                          |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                               |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren Betriebs- und Störungszustände des elektrischen Energieversorgungssystem mit REA</li> <li>können die erlernten Methoden auf praktische Fragestellungen anwenden</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                         |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Elektrische Energiesysteme (EES) Master of Science Energietechnik 20222                                                                    |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                                                                                                                                                     |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                              |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                         |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                       |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                    |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                       |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                                                                           |

|   |                                  |                                                                                                                             |               |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96230 | <b>Hochleistungsstromrichter für die Elektrische Energieversorgung</b><br>High-power converters in electrical power         | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Hochleistungsstromrichter für die EEV (2 SWS)<br>Vorlesung: Hochleistungsstromrichter für die EEV (2 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Gert Mehlmann                                                                                                      |               |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>In elektrischen Energieversorgungsnetzen aller Spannungsebenen werden immer häufiger leistungselektronische Anlagen und Betriebsmittel zur Versorgung von Abnehmern, zur Integration dezentraler Stromerzeuger (z. B. Windkraftanlagen), zur Kompensation von Blindleistungen, zum Leistungsaustausch zwischen zwei Netzen sowie zur Steuerung des Lastflusses eingesetzt. Sie üben eine starke Rückwirkung auf das Netz und seine Abnehmer durch Verzerrung der Ströme und Spannungen und damit verbundene Blindleistungen aus. Ihr Einsatz muss daher sorgfältig geplant werden. Grundlage dafür sind die stationären Betriebsvorgänge in Drehstromsystemen mit leistungselektronischen Betriebsmitteln (Stromrichtersysteme) und ihre charakteristischen Kenngrößen, deren analytische Berechnung gezeigt wird</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzgeführte Stromrichter: Dreipulsige Elementarstromrichter - sechspulsige Stromrichter - zwölfpulsige Stromrichter - höherpulsige Stromrichter</li> <li>• Beschreibung von Stromrichtersystemen im Zustandsraum: Berechnung des stationären Betriebes als periodische Folge von Schaltvorgängen im Zustandsraum - Resonanz in sechspulsigen Stromrichtersystemen - stationärer Betrieb zwölfpulsiger Stromrichtersysteme</li> <li>• Netzgeführte Drehstromsteller: Gesteuerte Drehstromsteller - Einfluss des Nullsystems auf den Stellerbetrieb - dynamische Reihen- und Parallelkompensation - Resonanzen und ihre Vermeidung</li> <li>• Selbstgeführte Stromrichter: Grundsaltungen - Erzeugung der Ausgangsspannungen von Spannungsumrichtern - stationärer Betrieb im Drehstromnetz - vollständige Lastflusssteuerung - Resonanzen und ihre Vermeidung</li> </ul> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die stationären Betriebsvorgänge in Drehstromsystemen mit leistungselektronischen Betriebsmitteln (Stromrichtersysteme).</li> <li>• analysieren und bewerten unterschiedliche Varianten von Stromrichterschaltungen und deren Verschaltung mit dem Drehstromsystem</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden Verfahren zur Berechnung und Bewertung der charakteristischen Kenngrößen typischer Schaltungsvarianten an.</li> <li>• entwickeln ausgehend von dreipulsigen Elementarstromrichtern Verfahren zur Berechnung höherpulsiger Stromrichter und von dynamischen Kompensationsanlagen im Zustandsraum.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Grundlagen der elektrischen Energieversorgung für das Verständnis nötig.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energetechnisches Wahlmodul Master of Science Energetechnik 20152<br>Modulgruppe Elektrische Energiesysteme (EES) Master of Science Energetechnik 20222                                                                                                                                                                                                     |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Herold, G.: Elektrische Energieversorgung V. Stromrichter in Drehstromnetzen. Wilburgstetten: J. Schlembach Fachverlag, 2009                                                                                                                                                                                                                                |

|   |                                  |                                                                                           |               |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96240 | <b>Hochspannungstechnik</b><br>High-voltage engineering                                   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Hochspannungstechnik (2 SWS)<br>Übung: Übungen zu Hochspannungstechnik (2 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Dieter Braisch                                                                   |               |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | Es wird ein Einblick in die physikalischen und technischen Grundlagen der Hochspannungstechnik vermittelt. Darüber hinaus soll die Fähigkeit vermittelt werden, die sich aus der Spannungsbelastung der Betriebsmittel ergebende elektrische Beanspruchung der Isolierstoffe, qualitativ zu bewerten und quantitativ zu ermitteln. Hierzu werden die physikalischen Vorgänge beim Durchschlag in gasförmigen, flüssigen und festen Isolierstoffen näher betrachtet und es werden analytische und numerische Berechnungsverfahren vermittelt, mit deren Hilfe Grundlagen zur Konstruktion und Wahl der Isolierstoffe abgeleitet werden können. Abschließend werden Verfahren zur Hochspannungserzeugung und die Hochspannungsmess- und Prüftechnik vorgestellt.                                                                                                                                                     |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die physikalischen und technischen Grundlagen der Hochspannungstechnik</li> <li>• wenden verschiedene Verfahren zur Berechnung elektrischer Felder an</li> <li>• analysieren und bewerten konstruktive Problemstellungen und die sich ergebenden Beanspruchungen</li> <li>• verstehen die Grundlagen und die physikalischen Hintergründe der elektrischen Festigkeit verschiedener Isolierstoffe</li> <li>• entwickeln mit diesen Erkenntnissen und dem Wissen um die physikalischen Vorgänge bei einem Durchschlag in unterschiedlichen Isoliermedien neue konstruktive und materialtechnische Lösungen</li> <li>• analysieren die Ursachen von Überspannungen in Hochspannungsanlagen</li> <li>• unterscheiden Verfahren zur Hochspannungserzeugung</li> <li>• verstehen die grundlegenden Verfahren der Hochspannungsprüftechnik</li> </ul> |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Elektrotechnik</li> <li>• Grundlagen der elektrischen Energieversorgung</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Elektrische Energiesysteme (EES) Master of Science Energietechnik 2022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|    |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | schriftlich oder mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript zur Vorelesung</li> <li>• Küchler, Andreas: Hochspannungstechnik: Grundlagen - Technologie - Anwendungen, 4. Auflage, Springer Vieweg, 2017</li> <li>• Hilgarth, Günther: Hochspannungstechnik mit 46 Beispielen, 2. überarb. und erw. Aufl., Teubner Verlag, Stuttgart, 1992</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                                                                                                     |                 |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96321 | <b>Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung</b><br>National and international electricity industry                                                  | <b>5 ECTS</b>   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übung zu Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung (2 SWS)<br><br>Vorlesung: Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung (2 SWS) | -<br><br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Martin Konermann                                                                                                                                          |                 |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Martin Konermann                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Wie versorgt sich die wachsende Weltbevölkerung heute und in der Zukunft mit Energie? Welche globalen Auswirkungen haben die Klimagase (u.a. CO<sub>2</sub>) auf das Weltklima? Welche Lösungsbeiträge ergeben sich aus dem Einsatz von regenerativen Energieformen und welche technischen Herausforderungen sind dabei zu bewältigen? Wie funktioniert die Energieversorgung in Deutschland? Wie ist die deutsche Elektrizitätswirtschaft aufgebaut? Wie sind die Strukturen der internationalen Elektrizitätsversorgung? Dies sind die Fragestellungen, die im ersten Teil der Vorlesung analysiert werden.</p> <p>Im zweiten Teil der Vorlesung werden die betriebswirtschaftlichen Aspekte der Energiewirtschaft behandelt und die wesentlichen Zusammenhänge der Unternehmensführung dargestellt. Wie kann die Wirtschaftlichkeit einer Investition berechnet werden? Welche kaufmännischen Funktionen werden bei der Unternehmensführung benötigt? Bilanz und GuV wofür braucht man das, was kann man daraus über ein Unternehmen erfahren? Was muss man als Ingenieur wissen, um die Arbeiten der Kaufleute verstehen zu können? Diese Zusammenhänge werden dargestellt und anhand von Praxisbeispielen erläutert.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Grundlagen der Weltenergiewirtschaft</li> <li>• erläutern den Zusammenhang von Klimagasen und regenerativen Energieerzeugung</li> <li>• kennen die Strukturen der internationalen Gaswirtschaft</li> <li>• analysieren die Elektrizitätswirtschaft in Deutschland</li> <li>• verstehen die aktuellen Herausforderungen der deutschen Energiewirtschaft insb. durch die Energiewende</li> <li>• beschreiben die Grundlagen der Internationalen Elektrizitätswirtschaft</li> <li>• verstehen die Hintergründe Strategieentwicklung</li> <li>• kennen die im Bereich der Energiewirtschaft üblichen Organisationsstrukturen</li> <li>• erläutern die kaufmännischen Funktionen in Unternehmen</li> <li>• wenden die Grundlagen der Investitionsrechnung auf praxisnahe Beispiele an</li> <li>• beschreiben die Grundlagen der Unternehmensbewertung und wenden diese an</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|    |                                          |                                                                                                                                                                 |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären und berechnen für die Bilanzanalyse wichtige Kenngrößen</li> </ul>                                            |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                           |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                     |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Elektrische Energiesysteme (EES) Master of Science Energietechnik 20222      |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)                                                                                                                          |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                           |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                         |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                      |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                         |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Müller, Leonhard: Handbuch der Elektrizitätswirtschaft. Berlin: Springer, 2. Auflage 2001<br><br>Alle gezeigten Folien werden als Kopie zur Verfügung gestellt. |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96072 | <b>Power Electronics in Three-Phase AC Networks:<br/>HVDC Transmission and FACTS</b><br>no english module name available for this module                                                                                                                                                                           | <b>5 ECTS</b>    |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übung zu Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS (2 SWS)<br>Exkursion: Kurzexkursion zu Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS (0 SWS)<br>Vorlesung: Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS (2 SWS) | -<br>-<br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction: Security and sustainability of energy supply</li> <li>• Trends in direct and alternating current transmission: EHV &amp; UHV</li> <li>• Transmission solutions with HVDC and FACTS</li> <li>• Basics of FACTS Flexible AC Transmission Systems</li> <li>• Basics of HVDC High Voltage Direct Current Transmissions</li> <li>• VSCs for Transmission and Specials Grids Basics &amp; Applications</li> <li>• Power Electronics for Distribution and Industrial Systems</li> <li>• Efficiency of electrical power supply</li> <li>• Projects, studies and applications</li> <li>• New trends in VSCs, drives, GIS/HIS, GIL, storage, H2 and HTSC</li> </ul>                                  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | The students <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the power electronic components for the application in 3-phase ac systems,</li> <li>• analyse the scheme of the most important electric plants with power electronics in 3-phase ac systems</li> <li>• analyse the performance of the most important electric plants with power electronics in 3-phase ac systems</li> <li>• analyse the control strategies of different technologies of high-voltage direct current transmission (HVDC) and Flexible AC Transmission Systems (FACTS)</li> <li>• apply calculation methods for design and optimisation of power electronic systems</li> <li>• evaluate the potential of power electronic systems for efficiency improvement</li> </ul> |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|    |                                             |                                                                                        |
|----|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                             | Modulgruppe Elektrische Energiesysteme (EES) Master of Science<br>Energietechnik 20222 |
| 10 | <b>Studien- und<br/>Prüfungsleistungen</b>  | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)                                                 |
| 11 | <b>Berechnung der<br/>Modulnote</b>         | schriftlich oder mündlich (100%)                                                       |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>                  | nur im Wintersemester                                                                  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                                                                             |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch                                                                               |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                    |

|   |                                  |                                                                                                 |               |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96420 | <b>Schutz- und Leittechnik</b><br>Protection and control technology                             | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Schutz- und Leittechnik (2 SWS)<br>Übung: Übungen zu Schutz- und Leittechnik (2 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Tobias Lorz<br>Prof. Dr. Johann Jäger                                                           |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Johann Jäger                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>"Schutz- und Leittechnik" behandelt die Grundlagen der Schutztechnik für die elektrische Energieversorgung und Teilgebiete der Leittechnik. Schutztechnik ist ein unverzichtbarer Bestandteil der elektrischen Energieversorgung. Ohne Schutztechnik wird kein energietechnische Anlage weltweit in Betrieb genommen.</p> <p>Zunächst werden mögliche fehlerfreie und fehlerbehaftete Netzzustände im Hinblick auf die Verarbeitung in den Schutzgeräten analysiert und analytisch beschrieben. Anschließend werden die wichtigsten Schutzkriterien und algorithmen ohne und mit inhärenter Fehlerortselektivität besprochen und technisch bewertet. Die Schutzgerätetechnik fasst unterschiedliche Schutzkriterien zusammen und passt die Funktionalität an die vorherrschenden Netzverhältnisse an. Darauf aufbauend werden Schutzkonzepte für unterschiedliche Netzstrukturen und die Bedeutung der Koordination der Schutzgeräte untereinander aufgezeigt.</p> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Grundlagen der Schutztechnik,</li> <li>• verstehen die Grundlagen der Leittechnik,</li> <li>• verstehen die verschiedenen Methoden der Schutztechnik,</li> <li>• analysieren fehlerfreie und fehlerbehaftete Betriebszustände im System im Hinblick auf die Verarbeitung in Schutzgeräten,</li> <li>• analysieren die wichtigsten Schutzkriterien und -algorithmen und</li> <li>• kennen die aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet der Schutztechnik.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Elektrische Energiesysteme (EES) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|    |                                             |                                            |
|----|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h    |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                                 |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | Es wird ein Skript zur Verfügung gestellt. |

|   |                                  |                                                                                                                             |                 |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96110 | <b>Systemlösungen für die Energiewende</b><br>Systemic aspects of a sustainable energy transformation                       | <b>5 ECTS</b>   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Systemlösungen für die Energiewende (0 SWS)<br><br>Vorlesung: Systemlösungen für die Energiewende (4 SWS) | -<br><br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Simon Resch<br>Dr. Hans-Christoph Maurer                                                                                    |                 |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Zentral für eine nicht nur technisch machbare, sondern auch ökonomisch effiziente Dekarbonisierung des europäischen Energieversorgungssystems ist der institutionelle Rahmen z. B. für Energiemärkte und den Umgang mit Energie-Infrastrukturen. Die Vorlesung vermittelt einen Überblick über diesbezügliche Fragen. Sie beginnt mit einer Einführung in Energiebilanzen und -szenarien und diskutiert Maßnahmen zum Umgang mit CO<sub>2</sub>-Emissionen und Klimawandel. Nach einer Erläuterung wesentlicher methodische Ansätze der ökonomischen Kostenrechnung erfolgt eine Einführung in die Funktionsweise von Energiemärkten. Daran anschließend werden Fragestellung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und der Gewährleistung von Versorgungssicherheit vor dem Hintergrund der Energiewende und den resultierenden Herausforderungen für die Stromnetze diskutiert. Die Vorlesung schließt mit einem Überblick über die Flexibilisierung des Stromsystems durch erzeugungs- und lastseitige Flexibilitätspotenziale und die Dekarbonisierung der Sektoren Wärme und Verkehr durch Sektorkopplungstechnologien.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundzüge des energiewirtschaftlichen Ordnungsrahmens in Deutschland und Europa;</li> <li>• sind vertraut mit den wesentlichen Akteuren im Energiesystem und ihren Rollen;</li> <li>• analysieren die Anreize für das Handeln dieser Akteure und die resultierenden Wirkungen für das Energieversorgungssystem;</li> <li>• können Energiebilanzen und Energieszenarien lesen und interpretieren;</li> <li>• verstehen die Bedeutung energiebedingter CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Bekämpfung des Klimawandels und können die Wirkungsweise von Instrumenten zur Emissionsreduktion erläutern;</li> <li>• beherrschen die energiewirtschaftliche Kostenrechnung aus betriebs- und volkswirtschaftlicher Perspektive;</li> <li>• verstehen die Funktionsweise von Märkten für elektrische Energie;</li> <li>• beschreiben Potenziale, Kosten und Systemwirkungen unterschiedlicher Technologien erneuerbarer Energien;</li> </ul>                                                                                                                           |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen die Herausforderungen zur Gewährleistung von Versorgungssicherheit in einem von erneuerbaren Energien dominierten Erzeugungssystem sowie denkbare Lösungsansätze;</li> <li>• kennen die Mechanismen zur Koordination von Energiemarkt und Netzinfrastruktur wie Netzausbau und Engpassmanagement;</li> <li>• verstehen den Bedarf zur Flexibilisierung des Energieversorgungssystems sowie diesbezügliche Potenziale und Hemmnisse;</li> <li>• beschreiben mögliche Strategien zur Dekarbonisierung der Sektoren Wärme und Verkehr u. a. über die verstärkte Nutzung von Strom als Energieträger und</li> <li>• entwickeln somit im Laufe der Vorlesung ein Verständnis für die komplexen Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Teilen des Energieversorgungssystems, das eine aktive und informierte Teilnahme an laufenden energiepolitischen und energiewirtschaftlichen Debatten ermöglicht.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152</p> <p>Modulgruppe Elektrische Energiesysteme (EES) Master of Science Energietechnik 20222</p> <p>Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | <p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>Alle gezeigten Folien werden elektronisch zur Verfügung gestellt.</p> <p>Nachfolgende Literaturhinweise dienen der eigenständigen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• T. Cowen, A. Tabarrok; Modern Principles of Economics; Third Edition; Worth Publishers, New York, 2015 (insbesondere für Studierende ohne wirtschaftswissenschaftlichen Hintergrund)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

- |  |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• G. Erdmann, P. Zweifel; Energieökonomik; Theorie und Anwendungen; Springer, Berlin, Heidelberg, 2008.</li><li>• D. S. Kirschen, G. Strbac; Fundamentals of Power System Economics; Second Edition; Wiley, 2018.</li></ul> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

# Modulgruppe Elektrische Antriebe und Maschinen (EAM)

|   |                                  |                                                                                                                                                           |                 |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96040 | <b>Berechnung und Auslegung Elektrischer Maschinen</b><br>Analysis and design of electrical machines                                                      | <b>5 ECTS</b>   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen (2 SWS)<br>Vorlesung mit Übung: Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen (2 SWS) | -<br><br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Shima Tavakoli<br>Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn                                                                                                                |                 |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>*Ziel:*</p> <p>Die Studierenden sind nach Teilnahme an dem Modul in der Lage, die grundsätzlichen Methoden zur Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen anzuwenden, vorgegebene Magnetkreise elektrischer Maschinen zu analysieren und zu bewerten, sowie die aktiven Baugruppen und Bauteile einer elektrischen Maschine zu entwickeln.</p> <p>*Aim:*</p> <p>After the participation in the module the students are able to apply the basic concepts and methods of the calculation and design of electrical machines, to analyze and to evaluate some given magnetic circuits, and to create the active parts of an electrical machine.</p> <p>*Inhalt:*</p> <p>Berechnungsmethoden:<br/>Physikalische Vorgänge in elektrischen Maschinen; Maxwell'sche Gleichungen in integraler und differentieller Form; Mechanismen der Krafterzeugung; einfaches Spulenmodell als elektrische Elementarmaschine; Wicklungsanalyse; Wicklungsentwurf; Nutenspannungsstern; Magnetkreisanalyse; magnetisches Netzwerk; magnetische Widerstände und Leitwerte; Streuleitwerte; Finite-Differenzen-Methode; Finite-Elemente-Methode; Thermisches Verhalten;<br/>Entwurf und Auslegung:<br/>Strombelag; Luftspaltflussdichte; Kraftdichte; Entwurfsmodell für elektrische Maschinen; Wachstumsgesetze;<br/>Auslegung elektrischer Maschinen; Analytisch-numerische Methoden; Optimierungsmethoden</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Nach der Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die grundsätzlichen Methoden zur Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen anzuwenden und das dynamische, sowie stationäre Betriebsverhalten elektrischer Maschinen vorauszusagen,</li> <li>• vorgegebene Magnetkreise und Wickelschemata elektrischer Maschinen zu untersuchen, vergleichend</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <p>gegenüberzustellen und hinsichtlich der Auswirkungen auf die Betriebseigenschaften der elektrischen Maschine zu charakterisieren. Sie können für spezielle Vorgaben an das Betriebsverhalten geeignete Magnetkreisstrukturen und Wickelschemata auswählen,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gegebene aktive Bauteile und Baugruppen in elektrischen Maschinen bezüglich deren Einfluss auf das zu erwartende Betriebsverhalten zu bewerten und sich ggfs. für eine gezielte Modifikation der Bauteile und Baugruppen zu entscheiden,</li> <li>• die elektromagnetischen Bauteile und Baugruppen elektrischer Maschinen selbständig zu konzipieren, im Detail auszuarbeiten und zu entwickeln, um gegebene Anforderungen an das Betriebsverhalten der elektrischen Maschine zu erfüllen.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Vorlesung: Elektrische Maschinen I<br>Übung: Elektrische Maschinen I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Elektrische Antriebe und Maschinen (EAM) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Vorlesungsskript                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|   |                                  |                                                                                                             |               |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96540 | <b>Elektrische Antriebstechnik I</b><br>Electrical drives I                                                 | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Elektrische Antriebstechnik I (2 SWS)<br>Übung: Übungen zu Elektrische Antriebstechnik I (2 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn<br>Marco Eckstein                                                                  |               |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>*1. Einleitung*</p> <p>Generelle Aspekte<br/>Folgerungen für die Vorlesung Elektrische Antriebstechnik<br/>Blockschaltbild eines Drehstromantriebssystems</p> <p>*2. Grundlagen*</p> <p>2.1 Motor und Lastmaschine<br/>2.2 Übersicht der elektrischen Antriebe</p> <p>*3. Stromrichter für Gleichstromantriebe an Gleichstromquellen*</p> <p>*4. Übersicht Drehstromantriebe*</p> <p>*5. Stromrichter mit Gleichspannungs-Zwischenkreis (Drehstrom)*</p> <p>5.1 Variable Zwischenkreisspannung und blockförmige Motorspannung<br/>5.2 Konstante Zwischenkreisspannung und sinusförmiger Motorstrom<br/>5.3 Konstante Zwischenkreisspannung und blockförmiger Motorstrom</p> <p>*6. Netzgeführte Stromrichter*</p> <p>6.1 Netzgeführte Stromrichter für Gleichstromantriebe<br/>6.2 Netzgeführte Stromrichter für Drehstromantriebe<br/>6.2.1 Stromrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis<br/>6.2.2 Direktumrichter</p> <p>*7. Andere Topologien*</p> <p>7.1 Matrixumrichter<br/>7.2 Doppeltgespeiste Asynchronmaschine</p> <p>*8. Digitale Regelung und Steuerung (Hardware)*</p> <p>8.1 Blockschaltbild<br/>8.2 Microcontroller<br/>8.3 PLD, FPGA, ASIC<br/>8.4 Zeitscheiben und Interrupt<br/>8.5 Abtastung</p> <p>*9. Drehzahl- und Positionsgeber*</p> <p>9.1 Analogtacho<br/>9.2 Impulsgeber<br/>9.3 Resolver</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>*Ziel:*</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die Baugruppen antriebstechnischer Systeme von der Mechanik über die Motoren und leistungselektronischer Stellglieder zu benennen und ihren Wirkzusammenhang zu beschreiben. Sie analysieren und berechnen Teilprobleme antriebstechnischer Systeme und erstellen abhängig von vorgegebenen Rahmenbedingungen das Gesamtsystem.</p> <p>*Lernziele:*</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                          | <p><b>*Mechanik:*</b> Die Studierenden erkennen antriebstechnische Systeme und zerlegen sie in Arbeits- und Lastmaschine. Sie analysieren antriebstechnische Probleme und erhalten Parameter anhand derer sie Beschleunigungsvorgänge und Drehmomentbelastung der elektrischen Maschinen überprüfen.</p> <p><b>*Stromrichter für Gleichstromantriebe an Gleichstromquellen:*</b> Die Studierenden analysieren verschiedene Topologien von Gleichstromstellern für Antriebe mit Gleichstrommaschine und leiten die Kennlinien für kontinuierlichen und diskontinuierlichen Betrieb ab. Sie zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte und berechnen deren Parameter.</p> <p><b>*Stromrichter mit Gleichspannungs-ZK:*</b> Die Studierenden beurteilen den Stellenwert selbstgeführter Stromrichter in Kombination mit Drehfeldmaschinen im Vergleich zu Gleichstromantrieben. Die Studierenden unterscheiden den Einsatzbereich von Raumzeigermodulation, Trägerverfahren, synchronen und optimierten Pulsmustern und konzipieren den geeigneten Modulator in Abhängigkeit der Antriebsaufgabe. Sie berechnen und zeichnen die Pulsmuster für verschiedene Betriebspunkte.</p> <p><b>*Netzgeführte Stromrichter:*</b> Die Studierenden beschreiben Aufbau und Funktionsweise der Diode und des Thyristors. Sie fertigen Schaltbilder verschiedener Stromrichter an und untersuchen und bewerten die Stromoberschwingungen mit denen sie das Versorgungsnetz belasten. Sie zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe stationärer Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. Die Studierenden wenden die gelernte Vorgehensweise beim Konzipieren komplexer Stromrichter (Stromrichtermotor, Direktumrichter) an.</p> <p><b>*Weitere Topologien:*</b> Die Studierenden zeichnen Schaltbilder und erläutern die Funktionsweise von seltenen Topologien selbstgeführter Stromrichter. Die Studierenden beurteilen das Prinzip und die Funktionsweise der untersynchronen Stromrichtererkaskade.</p> <p><b>*Digitale Regelung:*</b> Die Studierenden identifizieren die Baugruppen der Regelung in Abbildungen der gegenständlichen Hardware. Sie erstellen Blockschaltbilder für die Signalwege der digitalen Regelung und wählen hierfür abhängig von der antriebstechnischen Aufgabenstellung die geeigneten Bauteile und Baugruppen (Microcontroller, DSP, programmierbare Logik), deren Eigenschaften und jeweiligen Vorzüge sie gegeneinander abwägen.</p> <p><b>*Drehzahl- und Positionsgeber:*</b> Die Studierenden erstellen Schaltbilder für Signalwege verschiedener Geber abhängig von der Antriebsaufgabe. Sie erklären den Signalweg und berechnen das Signal für einfache Beispiele.</p> |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Vorlesung und Übung Leistungselektronik wird sehr empfohlen!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|    |                                         |                                                                                             |
|----|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                         | Modulgruppe Elektrische Antriebe und Maschinen (EAM) Master of Science Energietechnik 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)                                                                        |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)                                                                              |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester                                                                       |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                     |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                                                                  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                     |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Skript                                                                                      |

|   |                                  |                                                                                                               |               |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96120 | <b>Elektrische Antriebstechnik II</b><br>Electrical drives II                                                 | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Elektrische Antriebstechnik II (1 SWS)<br>Vorlesung: Elektrische Antriebstechnik II (3 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Shima Tavakoli<br>Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn                                                                    |               |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p> *Elektrische Antriebstechnik II* </p> <p>*Regelung drehzahlveränderbarer Antriebe (Übersicht)*</p> <p>*Regelung der Gleichstrommaschine*</p> <p>*U/f-Steuerung von Drehstromantrieben*</p> <p>*Regelung von Drehstromantrieben:* Feldorientierte Regelung mit Geber:</p> <p>Asynchronmaschine, Permanenterregte Synchronmaschine mit Sinusstrom, Elektrisch erregte Synchronmaschine; Direktumrichter; Stromrichter motor; Asynchronmaschine mit Phasenfolgelösung; Permanenterregte Synchronmaschine mit Blockstrom</p> <p>*Vergleich der Eigenschaften von Antrieben mit Pulsumrichter und Asynchronmaschine und elektr./perm. erregter Synchronmaschine</p> <p>Digitale Feldbusse:* Einleitung, Grundlegende Eigenschaften, Beispiele</p> <p> *Electrical Drives (Part II)* </p> <p>*Control of speed-adjustable drives (overview)*</p> <p>*Closed-loop control for DC-drives*</p> <p>*V/f-control for three-phase AC-drives*</p> <p>*Closed-loop control for three-phase AC-drives:* field-orientated closed-loop control with sensor: Asynchronous machine, Permanent-magnet synchronous machine with sinusoidal current, Synchronous machine with electrical excitation; Cyclo-converter; Converter motor; Asynchronous machine with phase-sequence commutation; Permanent-magnet synchronous machine with square wave current</p> <p>*Comparison of inverter-fed drives with asynchronous machine, synchronous machine with electrical and permanent magnet excitation</p> <p>Digital field busses:* Introduction, Basic features, Examples</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>*Ziel*</p> <p>Die Studierenden entwerfen und berechnen die klassischen Strukturen der Regelung von Gleichstrom- und Drehfeldantrieben, mit besonderem Gewicht auf der Feldorientierten Regelung.</p> <p>*Lernziele:*</p> <p>*Regelung der Gleichstrommaschine:* Die Studierenden erstellen das Blockschaltbild der klassischen Kaskadenregelung der Gleichstrommaschine und wählen geeignete Übertragungsfunktionen für den Strom-, Drehzahl und Lageregelkreis.</p> <p>*Feldorientierte Regelung mit Geber:* Die Studierenden erläutern das Prinzip der feldorientierten Regelung im Vergleich mit der Regelung der Gleichstrommaschine und nennen die Schritte beim Erstellen der Regelungsstruktur. Die Studierenden leiten aus</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <p>den allgemeinen Modellgleichungen der Maschine mit Hilfe von Raumzeigertransformation und Koordinatentransformation die Ständer- und Läufergleichungen für ein beliebiges Koordinatensystem ab. Die Studierenden wählen abhängig vom Maschinentyp (Asynchronmaschine, permanenterregte und elektrisch erregte Synchronmaschine) ein Koordinatensystem in dem Fluss und Drehmoment voneinander entkoppelt beeinflussbar sind und erstellen das Blockschaltbild für die Feldorientierte Regelung inklusive der Fluss-Modelle.</p> <p><b>*Lagegeberlose Regelung:</b>* Die Studierenden nennen die wichtigsten Verfahren der lagegeberlosen Regelung und leiten diese aus den Modellgleichungen der Maschinen ab. Sie erstellen das Blockschaltbild einer testsignalbasierten geberlosen Regelung. Sie unterscheiden die Einsatzbereiche und Grenzen der vorgestellten lagegeberlosen Verfahren.</p> <p><b>*Direct Torque Control:</b>* Die Studierenden erstellen das Blockschaltbild der Direct Torque Control und leiten die Modellgleichungen für die Gewinnung des Drehmoment- und Flusssignals aus den allgemeinen Modellgleichungen der Maschine ab. Die Studierenden zeichnen die Ortskurve des Statorflusses in der Raumzeigerebene für typische Betriebspunkte.</p> <p><b>*Digitale Feldbusse:</b>* Die Studierenden nennen die Struktur und Vorteile der Feldbustechnik im Vergleich zu früheren Automatisierungsstrukturen. Die Studierenden unterscheiden die Merkmale von aktiver und passiver Kopplung, verschiedener Bus-Zugriffsverfahren, Maßnahmen zur Datensicherheit, Möglichkeiten der physikalischen Übertragung und Schnittstellen. Die Studierenden nennen und erläutern die Schichten des OSI-Schichten-Referenzmodells. Sie berechnen Prüfsummen.</p> <p>Knowledge and understanding about the closed-loop control of DC-drives, the principle of the field-orientated closed-loop control for three-phase AC drives with examples and additional closed-loop controls for three-phase AC drives, basic knowledge about digital field busses</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Elektrische Antriebe und Maschinen (EAM) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|    |                                             |                                               |
|----|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>                  | nur im Wintersemester                         |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h       |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                                    |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                       |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | Skript<br><br>script accompanying the lecture |

|   |                                  |                                                                                                       |               |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96130 | <b>Elektrische Kleinmaschinen</b><br>Small electrical machines                                        | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Elektrische Kleinmaschinen (2 SWS)<br>Vorlesung: Elektrische Kleinmaschinen (2 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Karsten Knörzer<br>Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn                                                           |               |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Grundlagen: Definitionen, Kraft-/Drehmomenterzeugung, elektromechanische Energiewandlung<br/>         Aufbau, Wirkungsweise und Betriebsverhalten von: Universalmotor, Glockenankermotor, PM-Synchronmaschine, Spaltpolmotor, Kondensatormotor, geschaltete Reluktanzmaschine, Schrittmotoren, Klauenpolmotor.<br/>         Basics: Definitions, force and torque production, electromagnetic energy conversion<br/>         Construction, mode of operation and operating behaviour of: universal motor, bell-type armature motor, PM-synchronous machine, split pole motor, condenser motor, switched reluctance machine, stepping motors, claw pole motor<br/>         *Ziel*<br/>         Die Studierenden sind nach der Teilnahme in der Lage, die unterschiedlichen Maschinenkonzepte für elektrische Kleinmaschinen in ihrer Funktionsweise und ihrem Betriebsverhalten zu analysieren, sowie die Einsatzmöglichkeiten der unterschiedlichen Maschinenkonzepte zu bewerten.<br/>         *Aim:*</p> <p>After the participation the students are able to analyze the different machine concepts of small electric machines concerning their basic functionality and operating behaviour, and to evaluate their applicability to industrial problems.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die grundlegenden Wirkzusammenhänge bei der Drehmoment- und Kraftentwicklung elektrischer Maschinen wiederzugeben. Unterschiedliche Maschinenvarianten elektrischer Kleinmaschinen können benannt, in ihrem konstruktiven Aufbau gezeichnet und dargelegt werden,</li> <li>• die grundlegenden Theorien und Methoden zur allgemeinen Beschreibung des stationären Betriebsverhaltens elektrischer Maschinen auf die einzelnen unterschiedlichen Maschinenkonzepte anzuwenden und für den jeweiligen speziellen Fall zu modifizieren, um daraus das stationäre Betriebsverhalten vorauszusagen,</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zwischen den unterschiedlichsten Maschinekonzepten zu unterscheiden, diese für einen gegebenen Anwendungsfall gegenüberzustellen und auszuwählen,</li> <li>• unterschiedliche elektrische Kleinmaschinen hinsichtlich ihrer Betriebseigenschaften zu vergleichen, einzuschätzen und zu beurteilen. Sie können für unterschiedliche anwendungsbezogene Anforderungen Kriterien für die Auswahl einer geeigneten elektrischen Kleinmaschine aufstellen und sich für eine Maschinenvariante entscheiden.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Elektrische Antriebe und Maschinen (EAM) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Vorlesungsskript<br><br>Script accompanying the lecture                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|   |                                  |                                                                                                 |               |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96570 | <b>Elektrische Maschinen I</b><br>Electrical machines I                                         | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Elektrische Maschinen I (2 SWS)<br>Vorlesung: Elektrische Maschinen I (2 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Philipp Sisterhenn<br>Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn                                                  |               |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p> *Elektrische Maschinen I* </p> <p>*Einleitung*</p> <p>*Gleichstrommotoren:* Aufbau und Wirkungsweise, Spannung, Drehmoment und Leistung, Kommutierung und Wendepole, Ankerrückwirkung und Kompensationswicklung, Permanentterregte Gleichstrommaschine Schaltungen und Betriebsverhalten</p> <p>*Drehstrommotoren:* Allgemeines zu Drehfeldmaschinen, Drehfeldtheorie, Asynchronmaschine mit Schleifring- und Käfigläufer, Elektrisch erregte Synchronmaschine, Permanentterregte Synchronmaschine</p> <p> *Electric machines I* </p> <p>*Introduction*</p> <p>*DC-motors:* Construction and operating principle, Voltage, torque and power, Commutation and commutating poles, Armature reaction and compensation winding, Permanent-field DC-machine, Circuits and operational behaviour</p> <p>*Three-phase motors:* General aspects to three-phase machines, Rotating field theory, Induction machine with slip ring rotor and squirrel cage rotor, Electrical excited synchronous machine, Permanent-field synchronous machine</p> <p>*Ziel*</p> <p>Die Studierenden sind nach der Teilnahme in der Lage, die Theorie der Entstehung von magnetischen Luftspaltfeldern anzuwenden und deren Eigenschaften zu analysieren, das stationäre Betriebsverhalten der Kommutator-Gleichstrommaschine bei verschiedenen Schaltungsvarianten zu analysieren, sowie das stationäre Betriebsverhalten der Asynchronmaschine und der Synchronmaschine zu analysieren und zu bewerten.</p> <p>*Aim:*</p> <p>After the participation the students are able to apply Maxwell's theory on the creation of magnetic air gap fields, to analyze the air gap field's properties, to analyze the stationary operating behaviour of the different brushed DC-machines, and to analyze and evaluate the basic stationary operating behaviour of the induction machine and the synchronous machine.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Gleichstrommaschine, die Asynchronmaschine und die Synchronmaschine zu benennen und deren Betriebseigenschaften darzulegen,</li> <li>• die Maxwell'sche Theorie zur Beschreibung und Voraussage der in elektrischen Maschinen vorkommenden Luftspaltfelder anzuwenden,</li> <li>• die in elektrischen Maschinen vorkommenden Luftspaltfelder und deren harmonischen Anteile zu ermitteln und hinsichtlich ihrer Einflüsse auf das Betriebsverhalten zu klassifizieren,</li> <li>• das stationäre Betriebsverhalten der unterschiedlichen Maschinenkonzepte einzuschätzen, Kriterien für die Auswahl elektrischer Maschinen für eine vorliegende Antriebsaufgabe aufzustellen und sich für den speziellen Einsatzfall für eine Maschinenvariante zu entscheiden.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Elektrische Antriebe und Maschinen (EAM) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Skript<br><br>Script accompanying the lecture                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|   |                                  |                                                                                                   |               |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96160 | <b>Elektrische Maschinen II</b><br>Electrical machines II                                         | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Elektrische Maschinen II (2 SWS)<br>Vorlesung: Elektrische Maschinen II (2 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Veronika Solovieva<br>Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn                                                    |               |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p><b>*Ziel:*</b><br/>Die Studierenden sind nach der Teilnahme in der Lage, den Einfluss höherer Harmonischer im Luftspaltfeld auf das Betriebsverhalten zu bewerten,<br/>unterschiedliche elektrische Maschinen hinsichtlich ihres Betriebsverhalten zu analysieren und zu bewerten,<br/>einfache Simulationsmodelle für elektrische Maschinen zu entwickeln, sowie den Entwicklungsprozess einer elektrischen Maschine zu analysieren und die Fertigungstechnologien elektrischer Maschinen zu erinnern.</p> <p><b>*Aim:*</b><br/>After the participation the students are able to evaluate the influence of the higher harmonics of the magnetic air gap field on the operating behaviour,<br/>to analyze and to evaluate different electrical machine concepts concerning the operating behaviour, to create simulation models for different electrical machine concepts,<br/>to analyze the development process and to remember to production technologies used for electrical machines.</p> <p><b>*Inhalt:*</b><br/>Physikalische Grundlagen; elektromechanische Energieumformung; Kraft- und Drehmomenterzeugung;</p> <p>Energieeffizienz; Wirkungsgrad; elektromagnetisch gekoppelte Spulen als Elementarmaschine;<br/>Aufbau allgemeiner Maschinenmodelle aus Elementarmaschinen;<br/>Netzwerktheorie für Maschinenmodelle; Matrizendarstellung;<br/>Grundwellenbetrachtung; Berücksichtigung höherer Harmonischer; stationäres Betriebsverhalten;<br/>dynamisches Betriebsverhalten; Umrichterspeisung; dynamische Simulation;<br/>numerische Methoden zur dynamischen Simulation; industrieller Entwicklungs- und Fertigungsprozess;</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>den industriellen Entwicklungsprozess elektrischer Maschinen wiederzugeben und die unterschiedlichen Fertigungstechnologien bei elektrischen Maschinen zu nennen,</li> <li>die allgemeine Theorie zur Beschreibung des dynamischen Betriebsverhaltens elektrischer Maschinen auf</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <p>unterschiedliche Maschinenkonzepte anzuwenden, die das Betriebsverhalten beschreibenden mathematischen Zusammenhänge aufzustellen und diese für Voraussagen der Betriebseigenschaften zu benutzen,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterschiedliche Wickelschemata elektrischer Maschinen hinsichtlich der Oberwellenspektren zu klassifizieren und gegenüberzustellen. Sie können die Einflüsse der Oberwellen auf das Betriebsverhalten charakterisieren und Möglichkeiten zur gezielten Beeinflussung des Betriebsverhaltens erschließen,</li> <li>• Varianten elektrischer Maschinen deren Betriebsverhalten zu beurteilen und zu bewerten,</li> <li>• einfache dynamischer Simulationsmodelle für elektrische Maschine zu entwerfen, auszuarbeiten und zu entwickeln.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Vorlesung: Elektrische Maschinen I<br>Übung: Elektrische Maschinen I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Elektrische Antriebe und Maschinen (EAM) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Vorlesungsskript                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|   |                                  |                                                                               |               |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96560 | <b>Linearantriebe</b><br>Linear drives                                        | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Linearantriebe (2 SWS)<br>Vorlesung: Linearantriebe (2 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Shima Tavakoli<br>Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn                                    |               |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | 1. Motivation<br>2. Bauformen<br>3. Arten von elektrischen Linearmotoren<br>3.1 Gleichstrom-Linearmotor<br>3.2 Drehstrom-Linearmotor<br>4. Regelung<br>4.1 Stromregelung des Gleichstrom-Linearmotors mit konstantem Fluss<br>4.2 U/f-Steuerung für Drehstrom-Linearmotoren mit konstantem Fluss<br>4.3 Stromregelung der Drehstrom-Linearmotoren<br>5. Vertikale Kräfte, Randeffekte<br>6. Positionsmessung (Lage)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p><b>*Ziel*</b><br/>Die Studierenden sind in der Lage ihre Kenntnisse und Berechnungsmethoden der drehenden Antriebe auf Linearantriebe zu übertragen (Aufbau der Maschine, Regelungstechnik). Darüber hinaus berechnen sie Randeffekte und vertikale Kräfte, die bei drehenden Maschinen nicht vorkommen.</p> <p><b>*Lernziele*</b><br/> <b>*Bauformen:*</b> Die Studierenden können die Bauformen von Linearmotoren in ihren wesentlichen Eigenschaften beschreiben (Kurzstator, Langstator, Einzelkamm-Stator, Doppelkamm-Stator, Solenoidmotor).<br/> <b>*Arten von elektrischen Linearmotoren:*</b> Die Studierenden können verschiedene Arten an Linearmotoren nennen und erklären (Gleichstrom- und Drehstrom-Linearmotoren). Sie erläutern das Funktionsprinzip der unterschiedlichen Motoren und berechnen die Vorschubkraftbildung. Ausgehend von Berechnungen der grundlegenden Kennzahlen konzipieren Sie einen Gleichstromlinearmotor.<br/> Die Studierenden erstellen Skizzen der Aufbaumöglichkeiten einer verteilten Zweischichtwicklung im Primärteil von Linearmotoren, leiten davon konstruktive Maßnahmen zur Unterdrückung von Oberwellen ab und skizzieren Querschnitte konkreter Umsetzungen. Sie erstellen Wicklungsschemata und Zonenfolgen verschiedener Linearmotoren. Die Studierenden beschreiben die Effekte und das Zustandekommen von Nutrakräften und Nutrustung. Sie geben die wesentlichen Eigenschaften (Verluste, Ersatzschaltbilder, Zeigerdiagramme, Aufbau, grundlegende Gleichungen, Kennlinien) von Asynchron- und Synchronlinearmotoren wieder. Sie berechnen Verluste und wesentliche Kennzahlen des stationären Betriebsverhaltens. Sie</p> |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <p>erstellen Diagramme und Blockschaltbilder, die wesentliche Aspekte des Betriebs der Linearmotoren betreffen.</p> <p><b>*Regelung elektrischer Linearmotoren:*</b> Die Studierenden konzipieren die Stromregelung eines Gleichstrom-Linearmotors mit konstantem Fluss. Für Drehstrom-Linearmotoren erstellen sie die U/f-Steuerung mit konstantem Fluss sowie die feldorientierten Regelung. Die Studierenden fertigen Blockschaltbilder der unterschiedlichen Regelungs- und Steuerungsarten der verschiedenen Maschinentypen an. Sie berechnen die jeweils benötigten Regelparameter.</p> <p><b>*Vertikale Kräfte und Randeffekte bei Linearmotoren:*</b> Die Studierenden beschreiben die Entstehung vertikaler Kräfte und Randeffekte der Linearmotoren. Sie führen einfache Berechnungen hierzu durch und konzipieren Abhilfemaßnahmen.</p> <p><b>*Möglichkeiten der Positionsmessung:*</b> Die Studierenden nennen verschiedene optische Positionsmesssysteme und beschreiben deren Funktionsweise. Sie erklären den Signalweg und berechnen das Signal für einfache Beispiele.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Elektrische Antriebe und Maschinen (EAM) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Skript                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|   |                                  |                                                                                                                               |                 |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96370 | <b>Pulsumrichter für elektrische Antriebe</b><br>Pulse-controlled converters for electrical drives                            | <b>5 ECTS</b>   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Pulsumrichter für elektrische Antriebe (2 SWS)<br>Vorlesung: Pulsumrichter für elektrische Antriebe (2 SWS) | -<br><br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Shima Khoshzaman<br>Alexander Pfannschmidt<br>Dr.-Ing. Jens Igney                                                             |                 |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Dr.-Ing. Jens Igney                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | 1. Einleitung<br>2. Bauelemente<br>2.1 IGBTs und Dioden<br>2.2 Entwärmung<br>2.3 Kondensatoren<br>3. Theorie selbstgeführter Stromrichter<br>3.1 Schaltungen von selbstgeführten Stromrichter<br>3.2 Grundfrequenzsteuerung<br>3.3 Trägerverfahren<br>3.4 Drehzeiger / Raumzeigermodulation<br>4. Gleichstromsteller<br>4.1 Tiefsetzsteller<br>4.2 Hochsetzsteller<br>4.3 Zweiquadrantensteller<br>4.4 Vierquadrantensteller<br>5. Dreiphasiger Pulsumrichter<br>5.1 Eingangsseitige Gleichrichter<br>5.2 Pulsumrichter für permanenterregte Synchronmaschinen mit Blockstrom<br>5.3 Motorseitiger Wechselrichter<br>5.4 Verluste für Pulsumrichter mit sinusförmigen Strom<br>6. Unerwünschte Effekte<br>6.1 Niederfrequente Netzharmonische<br>6.2 Ableitströme und Funkstörspannung<br>6.3 Kabel, Reflexion, erhöhte Motorspannungen<br>6.4 Lagerströme |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | Die Studierenden konzipieren Gleichstromsteller und Pulsumrichter in Abhängigkeit der Antriebsaufgabe und Leistungsanforderung. Sie überschauen die möglichen Betriebsarten, wählen geeignete Betriebsarten aus und berechnen die notwendigen Kenngrößen der Bauteile und Baugruppen, die sie anhand der Informationen der Datenblätter auswählen.<br><br><b>Bauelemente im Pulsumrichter:</b> Die Studierenden beschreiben die wesentlichen Eigenschaften und Funktionsweise der Bauelemente eines Pulsumrichters, wie IGBTs, Dioden und Elektrolyt-Kondensatoren. Sie sind in der Lage, relevante Parameter aus Daten und Kennlinien                                                                                                                                                                                                                     |  |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <p>der Datenblätter dieser Bauelemente zu entnehmen, um damit den Leistungskreis zu konzipieren.</p> <p><b>Theorie selbstgeführter Stromrichter:</b> Die Studierenden erläutern die grundsätzliche Funktionsweise eines Pulswechselrichters und die verschiedenen Verfahren zur Ansteuerung, wie Grundfrequenzsteuerung, Sinus-Dreieck-Modulation und Raumzeigermodulation. Sie berechnen Pulsmuster für die verschiedenen Verfahren und zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte. Sie leiten daraus die Belastung der Bauelemente ab und berücksichtigen dies bei der Konzeption des Leistungskreises.</p> <p><b>Gleichstromsteller:</b> Die Studierenden erläutern Aufbau und Funktionsweise von Gleichstromstellern. Sie zeichnen die Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. Sie berechnen die Verluste, welche in den Leistungshalbleitern entstehen und konzipieren den Leistungskreis und die Kühlung.</p> <p><b>Dreiphasige Pulsumrichter:</b> Die Studierenden benennen die Vorteile und Einsatzbereiche verschiedener Einspeisestromrichter. Sie berechnen die Belastung der Zwischenkreiskondensatoren und die Verluste in den Leistungshalbleitern und konzipieren den Leistungskreis und die Kühlung.</p> <p><b>Unerwünschte Effekte:</b> Die Studierenden nennen unerwünschte Effekte, welche durch den Einsatz eines Pulswechselrichters am Motor entstehen und beschreiben mögliche Abhilfemaßnahmen, die sie in ihrer Konzeption berücksichtigen.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Leistungselektronische Grundkenntnisse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Elektrische Antriebe und Maschinen (EAM) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|    |                          |                                                                                                                                                                        |
|----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16 | <b>Literaturhinweise</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Felix Jenni, Dieter Wüest: "Steuerverfahren für selbstgeführte Stromrichter"</li><li>• Semikron Applikationshandbuch</li></ul> |
|----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

# Modulgruppe Leistungselektronische Systemtechnik (LS)

|   |                                  |                                                                                                                     |               |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96870 | <b>Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang</b><br>Power electronics in vehicles and electric powertrains | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang (4 SWS)                                     | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Martin März                                                                                               |               |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Martin März                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fahrzeugspezifische Anforderungen an Elektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen</li> <li>Leistungselektronik in Fahrzeugen mit konventionellem Bordnetz (12/24 V)</li> <li>Hybride und rein elektrische Antriebsstrangtopologien (HEV, PHEV, FCEV, BEV)</li> <li>Leistungselektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Ladegeräte, Umrichter, Gleichspannungswandler): Schaltungskonzepte, Schaltungsauslegung, Simulation</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>kennen die Grundstruktur und die Eigenschaften des 12/24V Bordnetzes von Kraftfahrzeugen</li> <li>kennen die fahrzeugspezifischen Anforderungen an Leistungselektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen</li> <li>kennen den Aufbau der in den verschiedenen Fahrzeugsteuergeräten eingesetzten Leistungselektronik und die Eigenschaften der darin verwendeten Leistungsschalter (Smart-Power)</li> <li>kennen die verschiedenen Grundstrukturen (Topologien) der Antriebsstränge von Hybrid- und Elektrofahrzeugen</li> <li>analysieren verschiedene Antriebsstrangtopologien bezüglich ihrer Anwendungseigenschaften</li> <li>kennen die Grundsaltungen aller für die Elektrifizierung des Antriebsstrangs erforderlichen leistungselektronischen Wandler (Antriebsumrichter, Gleichspannungswandler)</li> <li>kennen die wichtigsten technischen Ansätze zur Reduzierung von Bauvolumen, Verlustleistung und Kosten</li> <li>kennen die Grundsaltungen, die Systemtechnik und die Sicherheitsanforderungen bei kabelgebundenen und kontaktlosen Ladeverfahren</li> <li>kennen eine Methodik zur Antriebsstrangsimulation auf Fahrzeugebene</li> </ul> <p>Fachkompetenz</p> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anforderungen an Leistungselektronik für Kraftfahrzeuge beschreiben</li> <li>Die wichtigsten Bauelemente und Grundsaltungen auslegen</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>diskutieren die mit elektrifizierten Antriebssträngen (Hybrid- bzw. Elektrofahrzeuge) verbundenen Zielsetzungen und</li> </ul> |  |

|    |                                          |                                                                                              |
|----|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | Basiskonzepte sowie die Grundlagen der dazu erforderlichen leistungselektronischen Systeme   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik                                     |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Modulgruppe Leistungselektronische Systemtechnik (LS) Master of Science Energietechnik 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                    |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                             |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                        |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                      |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                      |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Begleitendes Vorlesungsskript                                                                |

|   |                                  |                                                                                                                                                 |               |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>42919 | <b>Power electronics for decentral energy systems</b><br>no english module name available for this module                                       | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Power Electronics for Decentral Energy Systems (2 SWS)<br>Übung: Exercises on Power Electronics for Decentral Energy Systems (2 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Thomas Eberle<br>Prof. Dr. Martin März<br>Melanie Lavery<br>Raffael Schwanninger                                                                |               |

|   |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Thomas Eberle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>ENGLISH DESCRIPTION:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction, motivation</li> <li>• AC vs. DC grids, DC grid topologies</li> <li>• Application examples, voltage levels</li> <li>• Protection and earthing concepts</li> <li>• Control methods for local DC grids</li> <li>• Modeling the frequency characteristic of switch-mode converters</li> <li>• Impedance measuring under load</li> <li>• Stability analysis in DC grids</li> </ul> <p>Components of local DC grids:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Battery storages (technologies, technical properties, electrical impedance characteristics and equivalent circuits, battery management, monitoring and protection systems (BMS))</li> <li>• Regenerative power sources (PV, fuel cells) and their electrical characteristics</li> <li>• Non-isolating DC/DC converters (basic topologies and properties)</li> <li>• Isolating DC converters (basic topologies and properties)</li> <li>• AC/DC converter (basic topologies and properties)</li> <li>• Switches, plugs and protection devices for DC grids</li> <li>• Arc discharges and their characteristics</li> </ul> <p>DEUTSCHE INHALTSBESCHREIBUNG</p> <p>Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Netztopologien</li> <li>• Spannungsebenen, Schutz- und Erdungskonzepte</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>Komponenten lokaler Gleichspannungsnetze</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Batteriespeicher (Technologien, Eigenschaften, elektrisches Impedanzverhalten, Ersatzschaltbilder, Schutz- und Überwachungsschaltungen)</li> <li>• Elektrischen Eigenschaften regenerativer Stromquellen (PV, Brennstoffzellen)</li> <li>• Nicht isolierende Gleichspannungswandler (Grundlagen, Topologien)</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Isolierende Gleichspannungswandler (Grundlagen, Topologien)</li> <li>• AC/DC-Wandler (Grundlagen, Topologien)</li> <li>• Schalter, Stecker und Schutzgeräte für Gleichspannung, Lichtbogeneigenschaften</li> </ul> <p>Regelung lokaler Gleichspannungsnetze und Stabilitätsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelverfahren für Gleichspannungsnetze</li> <li>• Verfahren zur Impedanzmessung unter Last</li> <li>• Modellierung des Frequenzverhaltens von Schaltwandlern und Netzen</li> <li>• Analyse des Stabilitätsverhaltens</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>ENGLISH DESCRIPTION:</p> <p>Students who participate in this course will become familiar with the basics of decentral energy systems, their components and operation. After successfully completing this module, students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the structure and topologies of local low-voltage direct current grids, the most important properties and error scenarios</li> <li>• know the electrical properties of battery storage and regenerative power sources</li> <li>• know the basic circuits of the various power electronic converters in a DC grid (DC / DC and AC / DC converters), their advantages and disadvantages</li> <li>• understand the arc problem</li> <li>• know solutions for the implementation of DC-compatible plugs, switches and protective devices</li> <li>• know procedures for controlling decentral DC grids</li> <li>• can model switch-mode converters and grids with regard to their dynamic behavior</li> <li>• know procedures for impedance measurement in grids "under load"</li> <li>• can carry out stability studies on DC grids</li> <li>• are familiar with modern device power supply solutions using protective extra-low voltage</li> </ul> <p>During the practicum students learn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dealing with power electronics measurement equipment</li> <li>• measuring typical characteristics and important parameters of a power electronic circuit</li> <li>• how to avoid the most common measurement problems</li> <li>• safety rules when dealing with power electronics</li> </ul> <p>GERMAN DESCRIPTION:</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen den Aufbau und die Topologien lokaler Niederspannungs-Gleichstromnetze, die wichtigsten Eigenschaften und Fehlerszenarien</li> <li>• kennen die elektrischen Eigenschaften von Batteriespeichern und regenerativen Stromquellen</li> </ul> |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundsaltungen der verschiedenen leistungselektronischen Wandler in einem Gleichspannungsnetz (DC/DC- und AC/DC-Wandler)</li> <li>• analysieren die Schaltungsoptionen bezüglich ihrer Vor- und Nachteile</li> <li>• verstehen die Lichtbogenproblematik</li> <li>• kennen Lösungen zur Realisierung von gleichspannungstauglichen Steckern, Schaltern und Schutzgeräten</li> <li>• kennen Verfahren zur Regelung lokaler Gleichspannungsnetze</li> <li>• können Schaltwandler und Netze bezüglich ihres dynamischen Verhaltens modellieren</li> <li>• kennen Verfahren zur Impedanzmessung in Netzen unter Last"</li> <li>• können Stabilitätsbetrachtungen an Gleichspannungsnetzen durchführen</li> <li>• kennen moderne Gerätestromversorgungslösungen mit Schutzkleinspannung</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals of Electrical Engineering I-III, Power Electronics</li> <li>• Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Modulgruppe Leistungselektronische Systemtechnik (LS) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel<br>Klausur, 90 min bzw. mündlich, 30min                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)<br>100%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture Notes</li> <li>• "Power Electronics for Distributed Power Supply - DC Networks"</li> <li>• Skript zur Vorlesung</li> <li>• "Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung - Gleichspannungsnetze"</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|   |                                  |                                                                                 |               |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96670 | <b>Schaltnetzteile</b>                                                          | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Schaltnetzteile (2 SWS)<br>Übung: Übungen zu Schaltnetzteile (2 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum<br>Eva Schmidt                                    |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | In "Schaltnetzteile" werden die Grundprinzipien der hochfrequent getakteten leistungselektronischen Schaltungen behandelt. Neben den unterschiedlichen Netzteiltologien werden insbesondere die verschiedenen durch die hochfrequente Betriebsweise entstehenden Probleme behandelt.<br>Außerdem werden Methoden zur Berechnung der grundlegenden Schaltnetzteilmfamilien, zur Ermittlung von Schaltverlusten, zum Design von Entlastungsnetzwerken sowie ein erstes Konzept zur regelungstechnischen Beschreibung von Netzteilen mit PWM- Regelung vermittelt.                                                                                                                  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:<br>- Basistopologien und deren Betriebsarten zu analysieren,<br>- die Funktionsweise PWM-geregelter Topologien zu erarbeiten und die zugehörigen Kennwerte zu bewerten,<br>- die Notwendigkeit von Netztrennung sowie mögliche Maßnahmen zur Erlangung derselben zu verstehen,<br>- grundlegende netztrennende Topologien zu analysieren,<br>- Schaltverluste sowie deren Reduzierung mit Hilfe von Entlastungsnetzwerken zu bewerten,<br>- regelungstechnische Beschreibung PWM-getakteter Konverter im kontinuierlichen Betrieb mittels der Methode des In-Circuit-Averaging zu analysieren. |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Modulgruppe Leistungselektronische Systemtechnik (LS) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|    |                                         |                                                                                                                                                                  |
|----|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                                                                          |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begleitende Arbeitsblätter</li> <li>• Fundamentals of Power Electronics, Erickson W. Robert, Springer Verlag</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                                                                                     |               |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96680 | <b>Thermisches Management in der Leistungselektronik</b><br>Thermal management in power electronics                                                 | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Thermisches Management in der Leistungselektronik (2 SWS)<br>Übung: Übungen zu Thermisches Management in der Leistungselektronik (2 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Martin März                                                                                                                               |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Thomas Eberle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des thermischen Managements</li> <li>• Komponenten des thermischen Managements</li> <li>• Anwendungs- und Auslegungsbeispiele</li> <li>• Bauelemente unter Temperaturbelastung</li> <li>• Thermische Meßtechnik</li> <li>• Elektrisch-thermische Modellierung</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Für die Leistungselektronik ist das Thema Entwärmung von essentieller Bedeutung, vor allem mit Blick auf Zuverlässigkeit, Lebensdauer oder erzielbare Leistungsdichte. Die Studierenden können die Grundlagen der Entwärmung leistungselektronischer Systeme erklären. Ausgehend von den Gesetzen des Wärmetransports und den Materialeigenschaften werden Entwärmungstechniken auf Bauteil-, Schaltungsträger- und Systemebene behandelt, begleitet durch ausgewählte Anwendungs- und Auslegungsbeispiele. Die Studierenden können die für thermische Berechnungen relevanten Angaben aus Datenblättern interpretieren, lernen thermische Ersatzschaltbilder und Verfahren zu deren Parameterisierung sowie Verfahren zur Simulation transienter thermischer Vorgänge kennen. |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Leistungselektronische Systemtechnik (LS) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|    |                                         |                               |
|----|-----------------------------------------|-------------------------------|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                       |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Begleitendes Vorlesungsskript |

# Studienrichtung Materialwissenschaften und Werkstofftechnik

|   |                                  |                                                                                                                                                 |                        |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47701 | <b>Konstruktionswerkstoffe I in der Energietechnik</b><br>Construction materials in electrical engineering                                      | <b>5 ECTS</b>          |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Charakterisierung und Prüfung von Werkstoffen (2 SWS)<br><br>Vorlesung: Vorlesung Werkstoffkunde und Technologie der Metalle (2 SWS) | 2,5 ECTS<br><br>3 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Thomas Przybilla<br>Prof. Dr. Erdmann Spiecker<br>Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner                                                        |                        |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
|---|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p><b>Werkstoffkunde und Technologie der Metalle:</b><br/>Im Rahmen dieser Vorlesung werden die Werkstoffgruppen Stahl, Gusseisen, Aluminium- und Magnesiumlegierungen behandelt. Dabei wird die Besprechung in die Einzelkapitel Erzeugung, Verarbeitung, wichtige Legierungen, Anwendung und neue Entwicklungen untergliedert. Bei Vorgängen von besonderer praktischer Bedeutung wird die Verknüpfung mit den metallphysikalischen Grundlagen detailliert behandelt.</p> <p><b>Charakterisierung und Prüfung von Werkstoffen:</b><br/>Inhalt sind Mess- und Analyseverfahren zur Charakterisierung und Prüfung von Werkstoffen aus allen Materialklassen (Messgrößen und ihre Einheiten, Dichte und Porosität, chemische Analyse, Gefügeanalyse, Bestimmung von mechanischen, thermischen, elektrischen, magnetischen und optischen Eigenschaften, zerstörungsfreie Prüfung).</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Eigenschaften und Prozessierung der wichtigsten metallischen Werkstoffe im Kontext metallphysikalischer Grundlagen erklären.</li> <li>• erhalten einen Einblick in die wichtigsten Legierungsgruppen und metallische Werkstoffsysteme und sind in der Lage, vor dem Hintergrund von Anwendungsprofilen eine Werkstoffauswahl zu treffen.</li> <li>• lernen alle relevanten Methoden der Werkstoffcharakterisierung bzw. -prüfung kennen und sind fähig, geeignete Verfahren auszuwählen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br/>Studienrichtung Materialwissenschaften und Werkstofftechnik Master of Science Energietechnik 20222</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |

|    |                                         |                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)                                                                                                |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)                                                                                                      |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester                                                                                                   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                             |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 2 Semester                                                                                                          |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                             |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | *Werkstoffkunde und Technologie der Metalle:*<br><br>Ilschner/Singer: Werkstoffwissenschaften und Fertigungstechnik |

|   |                                  |                                                                                    |                      |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>95531 | <b>Physikalische Chemie der Werkstoffe</b><br>Physical chemistry of materials      | <b>5 ECTS</b>        |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Festkörperthermodynamik (2 SWS)<br>Vorlesung: Festkörperkinetik (2 SWS) | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen<br>Prof. Dr. Michael Zaiser                          |                      |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Festkörperthermodynamik:<br>Grundlagen der Thermodynamik Thermodynamik von Legierungen<br>Phasengleichgewichte Punktdefekte Festkörperelektrochemie<br>Thermodynamik von Grenz- und Oberflächen<br>Festkörperkinetik:<br>Grundlagen der Reaktionskinetik Diffusion Wärmeleitung -<br>Keimbildung und Kristallwachstum - Kinetik des flüssig-fest Übergangs<br>Grenzflächenkinetik Oberflächenreaktionen                                                                                    |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen thermodynamische Prinzipien in Werkstoffwissenschaften, sowie die Relevanz für die Herstellung und Anwendung von Werkstoffen</li> <li>• verstehen die kinetischen Vorgänge in Werkstoffen, der ablaufenden Diffusions- und Reaktionsprozesse sowie den Einfluss der Temperatur auf die Kinetik und die Anwendung der kinetischen Prozesse auf die Herstellung, Verarbeitung und den Einsatz von Werkstoffen</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energetechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Studienrichtung Materialwissenschaften und Werkstofftechnik Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 42 h<br>Eigenstudium: 108 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

# Modulgruppe Materialwissenschaften und Werkstofftechnik (MWT)

|   |                                  |                                                                                                                                                               |                 |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47702 | <b>Konstruktionswerkstoffe II in der Energietechnik</b><br>Construction Materials in Electrical Engineering                                                   | <b>5 ECTS</b>   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Hochtemperaturwerkstoffe und Intermetallische Phasen (2 SWS)<br><br>Vorlesung mit Übung: Glass and Ceramic for Energy-Technology (2 SWS) | 2 ECTS<br><br>- |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Steffen Neumeier<br>Prof. Dr. Dominique Ligny                                                                                                        |                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Mathias Göken                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Einführung und Beispiele für die Anwendung Grundlagen Diffusion, Ausscheidungsteilchen, Härtungsmechanismen, Kriechen, Ermüdung und Oxidation und Korrosion Nickelbasis-Superlegierungen (Phasenstabilität, Herstellung, Rafting usw.) Titan-Aluminium (TiAl und Ti3Al, Mikrostruktur, Risszähigkeit, Duktilität, Legierungselemente usw.) Hochwarmfeste Stähle (Legierungselemente, Martensit und Austenit - Fe-Basis Superlegierungen) Edelmetall- und hochschmelzende Legierungen (Spezialanwendungen, Einfluß von Verunreinigungen usw.) Schutzschichten (Oxidation/Korrosion- und Wärmedämm-) Einführung und Beispiele für die Anwendung von Kermaikne und Gläsern in der Energietechnik |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Fachkompetenz<br>Evaluieren (Beurteilen)<br>Den Studierenden werden die Struktur, der Aufbau und die Eigenschaften von metallischen Hochtemperaturwerkstoffen und von Gläsern und Keramiken vermittelt. Dabei erlernen sie nicht nur das Wissen anzuwendne, sondern auch ausgewählte Problemstellungen zu analysieren und zu beurteilen.<br>Lern- bzw. Methodenkompetenz<br>Die Studierenden entwickeln bzw. vertiefen dabei ihre Methodenkompetenz in der wissenschaftlichen Beurteilung ingenieurtechnologischer Fragestellungen.                                                                                                                                                           |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Materialwissenschaften und Werkstofftechnik (MWT)<br>Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|    |                                             |                                         |
|----|---------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 2 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | keine Literaturhinweise hinterlegt!     |

# Wahlpflichtmodul Materialwissenschaften und Werkstofftechnik (MWT3)

|   |                                  |                                                                                                            |                  |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>46288 | <b>Advanced Corrosion Science</b><br>no english module name available for this module                      | <b>5 ECTS</b>    |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Advanced Corrosion Science (2 SWS)<br>Praktikum: Advanced Corrosion Science (Praktikum) (2 SWS) | 3 ECTS<br>2 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Michael Strebl<br>Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen                                                            |                  |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Recap of fundamental background in electrochemistry and corrosion<br/> Introduction to advanced methods in corrosion science:<br/> Electrochemical methods (Polarization curve, EIS, EC noise)<br/> Local techniques (SVET, SKP, SIET, LEIS)<br/> Non electrochemical techniques: Respirometry, mass loss, solution analysis, resistance method<br/> Surface analysis (SEM, TEM, EDX, XPS, Auger, ToF SIMS, GDOES, atom probe analysis)<br/> Discussion of current issues in corrosion science:<br/> Biodegradable metals<br/> Passive films und localized corrosion<br/> Atmospheric corrosion<br/> Corrosion in nuclear waste repositories<br/> Corrosion of advanced materials: AM, BMG, high entropy alloys und ultrafine-grained materials<br/> Drinking water corrosion, microbially induced corrosion, cathodic protection<br/> Inhibitors und smart coatings<br/> Mg und Al corrosion<br/> Corrosion Modelling, DFT</p> <p>(Corrosion in) Electrochemical energy storage and conversion<br/> Corrosion failure case studies and analysis: Discussion of the conditions and mechanisms that led to corrosion failure based on observations and experimental evidence and derivation of a solution to the problem.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>The students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identify, distinguish, and explain corrosion mechanism and different forms of corrosion.</li> <li>Illustrate and explain electrochemical, local, non-electrochemical and surface analysis methods that are used in corrosion science.</li> <li>Interpret results of the characterisation methods described above</li> <li>Explain the different concepts of smart coatings and self-healing coatings including triggers and release mechanisms of inhibitors.</li> <li>Present the details that play a role atmospheric corrosion processes like salts, relative humidity, electrolyte film</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <p>thickness, time of wetness, influence of gases, wet dry cycling and corrosion product formation.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explain different test methods for atmospheric corrosion, like lab exposure, accelerated corrosion tests and field exposure tests.</li> <li>• Discuss special features in the corrosion mechanisms of Mg and Al alloys (anomalous H<sub>2</sub> evolution).</li> <li>• Review different mechanisms of localized corrosion and explain the significance of pit initiation and pit growth, critical pitting potential, critical pitting temperature and repassivation in localized corrosion.</li> <li>• Explain cathodic and anodic paint disbonding or delamination and how it can be studied using SKP.</li> <li>• Assess findings of scientific investigations of corrosion failure, determine corrosion mechanisms that lead to the corrosion issue and develop a concept for solving the corrosion problem.</li> <li>• Explain mechanisms of different types of corrosion inhibitors.</li> <li>• Summarize corrosion properties of advanced materials like high entropy alloys, bulk metallic glasses, additive manufactured materials or ultrafine-grained materials.</li> <li>• Describe corrosion related aspects of nuclear waste storage and the influence of radiation on corrosion.</li> <li>• Compare different types of metals in their applicability as a biodegradable metal and explain surface treatments to control the degradation behavior.</li> <li>• Understand the complexity of simulated body fluids and possible discrepancy between in vitro and in vivo experiments.</li> <li>• Describe mechanisms of microbially induced corrosion, dezincification.</li> <li>• Explain cathodic protection strategies by sacrificial anodes and impressed current cathodic protection.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | It is recommended to hear the lecture "Korrosion und Oberflächentechnik (Bachelor program materials science and engineering, 5th Semester) for the participation in this module.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlpflichtmodul Materialwissenschaften und Werkstofftechnik (MWT3) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|    |                                         |                                                                           |
|----|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch                                                                  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Recommended literature will be provided during the course of the lecture. |

|   |                                  |                                                                                             |               |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45092 | <b>Advanced Semiconductor Materials</b><br>no english module name available for this module | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!   |               |
| 3 | Lehrende                         | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!   |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                    |  |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Christoph Brabec<br>PD Dr.rer.nat. Hans-Joachim Egelhaaf                                                                                                 |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!                                                                                                                              |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!                                                                                                       |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                              |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                        |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlpflichtmodul Materialwissenschaften und Werkstofftechnik (MWT3)<br>Master of Science Energietechnik 20222                                                      |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel                                                                                                                                                           |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)                                                                                                                                                    |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                              |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)                                                                                                        |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                            |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                |  |

|   |                                  |                                                                                                |               |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45087 | <b>Allgemeine Werkstoffeigenschaften I</b><br>no english module name available for this module | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!      |               |
| 3 | Lehrende                         | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!      |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | PD Dr.Ing. Heinz Werner Höppel                                                                                                                                     |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!                                                                                                                              |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!                                                                                                       |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                              |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                        |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlpflichtmodul Materialwissenschaften und Werkstofftechnik (MWT3)<br>Master of Science Energietechnik 20222                                                      |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel                                                                                                                                                           |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)                                                                                                                                                    |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)                                                                                                        |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                            |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                |

|   |                                  |                                                                                                 |               |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45088 | <b>Allgemeine Werkstoffeigenschaften II</b><br>no english module name available for this module | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!       |               |
| 3 | Lehrende                         | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!       |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | PD Dr.Ing. Heinz Werner Höppel                                                                                                                                     |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!                                                                                                                              |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!                                                                                                       |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                              |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                        |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlpflichtmodul Materialwissenschaften und Werkstofftechnik (MWT3)<br>Master of Science Energietechnik 20222                                                      |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel                                                                                                                                                           |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)                                                                                                                                                    |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)                                                                                                        |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                            |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                |

|   |                                  |                                                                                                                                                                            |                      |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>46259 | <b>Crystal Growth 1</b><br>no english module name available for this module                                                                                                | <b>5 ECTS</b>        |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Crystal Growth 1 - Wide Bandgap Semiconductors (1 SWS)<br><br>Vorlesung: Crystal Growth 1 - Fundamentals of Crystal Growth and Semiconductor Technology (2 SWS) | 2 ECTS<br><br>3 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann                                                                                                                                              |                      |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <b>Grundlagen des Kristallwachstums und der Halbleitertechnologie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Kristallwachstums</li> <li>• Grundlagen der Silizium Halbleitertechnologie (Oxidation, Dotierung mittels Diffusion und Ionenimplantation, Ätzen, Metallisierung Lithographie, Packaging)</li> <li>• Vertiefung: Halbleiter großer Bandlücke</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über Materialeigenschaften und deren Anwendung in elektronischen Bauelementen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlpflichtmodul Materialwissenschaften und Werkstofftechnik (MWT3)<br>Master of Science Energietechnik 20222<br>Das Modul kann in den Masterstudiengängen MWT, NT und ET als Wahlfach oder Wahlpflichtfach verwendet werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel<br>Die Vorlesungen des Moduls werden im Format " <b>Flipped Classroom</b> " durchgeführt (synchrone Lerneinheiten im Hörsaal & asynchrone Lerneinheiten über Studon:<br><a href="https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_3259598">https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_3259598</a><br><a href="https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_4514743">https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_4514743</a><br><br>Die Prüfung findet entweder <b>mündlich</b> (15 min) <u>oder</u> als <b>elektronische Klausur</b> (30 min) statt.<br>Die elektronische Klausur enthält teilweise Multiple Choice Fragen.<br>Es gilt: Jede Antwortmöglichkeit wird bei richtiger Beantwortung mit der zugewiesenen Punktzahl bewertet; falsche Beantwortung geht innerhalb der Frage mit negativen Punkten ein. Es werden alle Punkte der Antwortmöglichkeiten addiert. Es gibt keine Negativpunkte für falsch markierte Aufgaben. |

|    |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Variabel (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <p>S.M. Sze, Semiconductor Devices – Physics and Technology, John Wiley &amp; Sons, Inc. 2002</p> <p>P. Wellmann, Materialien der Elektronik und Energietechnik – Halbleiter Graphen, Funktionale Materialien, Springer-Vieweg 2015 (1<sup>st</sup> edition) and 2019 (2<sup>nd</sup> edition)</p> |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                     |                      |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>46258 | <b>Crystal Growth 2</b><br>no english module name available for this module                                                                                                         | <b>5 ECTS</b>        |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Crystal Growth 2 - Electronic Devices & Materials Properties/Processing, Epitaxial Growth (2 SWS)<br><br>Praktikum: Crystal Growth - Lab Work 1 InSb Czochralski (2 SWS) | 3 ECTS<br><br>2 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann                                                                                                                                                       |                      |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Elektronische Bauelemente und Materialfragen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrelation von Bauelementfunktion (Bipolar-Diode, Bipolar-Transistor, Schottky-Diode, Feldeffekt-Transistor, Leucht- und Laserdiode) mit Materialeigenschaften</li> <li>• Grundlagen der Epitaxie</li> <li>• Aufbau und Verbindungstechnik mit Bezug zur Leistungselektronik</li> </ul> Wahlvorlesung aus dem Bereich der Elektrotechnik<br>-Vertiefung von elektrotechnischen Anwendungen, welche starken Bezug auf Werkstoffe der Elektrotechnik nehmen<br>Praktikum <ul style="list-style-type: none"> <li>• Czochralski Kristallwachstum von InSb</li> <li>• Halbleitercharakterisierung</li> </ul> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über Materialeigenschaften und deren Anwendung in elektronischen Bauelementen.<br>Kennenlernen experimenteller Techniken in den Werkstoffwissenschaften, Verfassen von technischen Berichten, Teamarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlpflichtmodul Materialwissenschaften und Werkstofftechnik (MWT3)<br>Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|    |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16 | <b>Literaturhinweise</b> | <p>S.M. Sze; Semiconductor Devices Physics and Technology (14 x T80/8S58(2))</p> <p>P.J. Wellmann; Materialien der Elektronik und Energietechnik : Halbleiter, Graphen, funktionale Materialien; Springer Vieweg (2019), 2nd edition, ISBN 978-3-658-26991-3</p> |
|----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |                                  |                                                                                                                               |               |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>46262 | <b>Crystal Growth 3</b><br>no english module name available for this module                                                   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Crystal Growth 3 - Numerical Simulation of the Crystal Growth Process using COMSOL Multi-Physics (5 SWS) | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann                                                                                                 |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Computer-Simulation eines Kristallzüchtungsprozesses</li> <li>Einführung in das Softwarepaket COMSOL Multi-Physics</li> <li>Anwendung der Numerische Modellierung in der Kristallzüchtung (Schmelzkristallisation, Lösungszüchtung und Gasphasenwachstum)</li> </ul>      |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über die Computersimulation von materialwissenschaftlichen Prozessen (Schwerpunkt: Kristallisation).</li> <li>Kennenlernen digitaler Techniken in den Werkstoffwissenschaften, Verfassen von technischen Berichten, Teamarbeit</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlpflichtmodul Materialwissenschaften und Werkstofftechnik (MWT3)<br>Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Praktikumsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 120 h                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch oder Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|   |                                  |                                                                                                  |               |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45093 | <b>Glas und Keramik für Energietechnik I</b><br>no english module name available for this module | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!        |               |
| 3 | Lehrende                         | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!        |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                    |  |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Dominique Ligny<br>Prof. Dr. Kyle Webber                                                                                                                 |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!                                                                                                                              |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!                                                                                                       |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                              |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                        |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlpflichtmodul Materialwissenschaften und Werkstofftechnik (MWT3)<br>Master of Science Energietechnik 20222                                                      |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel                                                                                                                                                           |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)                                                                                                                                                    |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!                                                                                                                  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)                                                                                                        |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                            |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                |  |

|   |                                  |                                                                                                   |               |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45094 | <b>Glas und Keramik für Energietechnik II</b><br>no english module name available for this module | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!         |               |
| 3 | Lehrende                         | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!         |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                    |  |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Dominique Ligny<br>Prof. Dr. Kyle Webber                                                                                                                 |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!                                                                                                                              |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!                                                                                                       |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                              |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                        |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlpflichtmodul Materialwissenschaften und Werkstofftechnik (MWT3)<br>Master of Science Energietechnik 20222                                                      |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   |                                                                                                                                                                    |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          |                                                                                                                                                                    |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!                                                                                                                  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)                                                                                                        |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                            |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                |  |

|   |                                  |                                                                                                           |                      |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45085 | <b>Metallische Werkstoffe: Grundlagen</b><br>no english module name available for this module             | <b>5 ECTS</b>        |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Tutorial Metallic Materials 1 (2 SWS)<br>Vorlesung: Lecture Metallic Materials: Principles (2 SWS) | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Matthias Markl<br>Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner                                                  |                      |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Phasen- und Gefügeumwandlung</li> <li>Zusammenhang zwischen Prozess und Gefügeausbildung</li> <li>Werkstoffeigenschaften und -prüfung</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erwerben ein Verständnis für industrierelevante Arbeitsmethoden.</li> <li>können wesentliche Entwicklungsfelder metallischer Werkstoffe einordnen.</li> <li>erwerben ein tiefes Grundlagenverständnis und können Struktur-Eigenschaftsbeziehungen auf allen Größenskalen klassifizieren.</li> <li>lernen wesentliche Methoden der Werkstoffcharakterisierung bzw. -prüfung kennen und sind fähig, geeignete Prüfverfahren auszuwählen und die Qualität von Messergebnissen zu hinterfragen.</li> <li>kennen verschiedenen Simulationstools und können die Einsatzmöglichkeiten von Prozess- und Werkstoffsimulation beurteilen.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlpflichtmodul Materialwissenschaften und Werkstofftechnik (MWT3)<br>Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Ilshner/Singer: Werkstoffwissenschaften und Fertigungstechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|  |                                             |
|--|---------------------------------------------|
|  | van Vlack: Materials Science for Engineers  |
|  | Dieter: Mechanical Metallurgy               |
|  | Kurz/Fisher: Fundamentals of Solidification |

|   |                                  |                                                                                                                           |                      |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45086 | <b>Metallische Werkstoffe: Technologien und Anwendungen</b><br>no english module name available for this module           | <b>5 ECTS</b>        |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Tutorial Metallic Materials 2 (2 SWS)<br>Vorlesung: Lecture Metallic Materials: Technologies & Application (2 SWS) | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Christopher Zenk<br>Dr.-Ing. Matthias Markl<br>Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner                                     |                      |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in wichtige Verfahrenstechnologien (Gießen, Umformen, Pulvermetallurgie und Fügen)</li> <li>Vorstellung der Werkstoffgruppen Titan-, Nickelbasis- und Kupferlegierungen, intermetallische Phasen, Formgedächtnislegierungen, Lager- und Kontaktwerkstoffe (Erzeugung, Verarbeitung, wichtige Legierungen, Anwendung und neue Entwicklungen); bei Vorgängen von besonderer praktischer Bedeutung Verknüpfung mit den metallphysikalischen Grundlagen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                         |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erwerben ein Verständnis für industrierelevante Arbeitsmethoden.</li> <li>können wesentliche Entwicklungsfelder metallischer Werkstoffe einordnen.</li> <li>erwerben ein tiefes Grundlagenverständnis und können Struktur-Eigenschaftsbeziehungen auf allen Größenskalen klassifizieren.</li> <li>lernen wesentliche Methoden der Werkstoffcharakterisierung bzw. -prüfung kennen und sind fähig, geeignete Prüfverfahren auszuwählen und die Qualität von Messergebnissen zu hinterfragen.</li> <li>kennen verschiedenen Simulationstools und können die Einsatzmöglichkeiten von Prozess- und Werkstoffsimulation beurteilen.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlpflichtmodul Materialwissenschaften und Werkstofftechnik (MWT3)<br>Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|    |                                             |                                                                                                                                                                                                                |
|----|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                        |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                                                                                                                                                                                                     |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch                                                                                                                                                                                                       |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <p>Ilchner/Singer: Werkstoffwissenschaften und Fertigungstechnik</p> <p>van Vlack: Materials Science for Engineers</p> <p>Dieter: Mechanical Metallurgy</p> <p>Kurz/Fisher: Fundamentals of Solidification</p> |

# Studienrichtung Verfahrenstechnik der Energiewandlung

|   |                                  |                                                                                                                                                    |                      |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94304 | <b>Technische Thermodynamik II</b><br>Technical thermodynamics II                                                                                  | <b>5 ECTS</b>        |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Technische Thermodynamik (Vertiefung) für ET und CE (3 SWS)<br>Übung: Übung Technische Thermodynamik (Vertiefung) für ET und CE (2 SWS) | 3,5 ECTS<br>1,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba                                                                                                                  |                      |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Das Modul Technische Thermodynamik - Vertiefung beinhaltet neben einer Wiederholung der Grundlagen zur Bilanzierung von Masse, Energie, Impuls, Entropie und Exergie die Themen Verbrennungstechnik, Strömungsprozesse und Einführung in die Gasdynamik, Kältetechnik sowie effiziente Wärmeübertragung. Das Thema Verbrennungsprozesse soll zugleich als allgemeine Einführung in die thermodynamische Behandlung von Systemen dienen, in denen chemische Reaktionen stattfinden. Schwerpunkte der energetischen Betrachtung von Verbrennungsprozessen bilden die Berechnung der freigesetzten Wärme sowie der Verbrennungstemperatur. Mit Hilfe von Entropiebilanzen wird die Effizienz von Verbrennungsprozessen in Form des exergetischen Wirkungsgrades bzw. in Form von auftretenden Exergieverlusten analysiert. Bei Strömungsprozessen sollen insbesondere kompressible Medien und somit auch Hochgeschwindigkeitsströmungen betrachtet werden, bei denen strömungsmechanische und thermodynamische Vorgänge stets miteinander verknüpft ablaufen. Hier werden neben den Grundgleichungen zur Modellierung von entsprechenden Strömungen und Zustandsänderungen spezielle Anwendungen von Düse und Diffusor diskutiert, z.B. im Bereich der Antriebstechnik und Kältetechnik. Das Thema Kältetechnik behandelt zunächst theoretisch deren Grundaufgaben. Schwerpunkte bilden dann unterschiedliche Verfahren und Anlagen zur Erzeugung von tiefen Temperaturen einschließlich derer zur Gasverflüssigung. Bei der Auslegung und Optimierung von Anlagen zur Erzeugung mäßig tiefer Temperaturen, z.B. in Form von Kompressions-, Dampfstrahl- und Absorptionskältemaschine, werden auch ökologische und ökonomische Kriterien bei Auswahl von Kältemitteln gegenübergestellt. Das Thema effiziente Wärmeübertragung beschäftigt sich insbesondere mit der wärme- und strömungstechnischen Auslegung von indirekten Wärmeübertragungssystemen. Für deren Optimierung werden Exgieverluste durch Druckänderung, Temperaturunterschiede, Mischung und Wärmeübertragung an die Umgebung betrachtet und diskutiert. Für den Fall der Kondensation wird das Verbesserungspotential eines gesteigerten Wärmeübertragungskoeffizienten zur Minimierung von Exergieverlusten mit Hilfe von Beispielen aus dem Bereich der Kraftwerkstechnik und Meerwasserentsalzung demonstriert.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | Die Studierenden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden wesentliche thermodynamische Grundlagen zur Konzeptionierung und Entwicklung von Systemen und Prozessen der Energie- und Verfahrenstechnik, darunter speziell solcher der Verbrennungs-, Strömungs-, Kälte- und Wärmetechnik an</li> <li>• können Berechnungen zur thermodynamischen Optimierung analysieren und selbständig durchführen sowie die notwendigen Hilfsmittel methodisch angemessen anwenden</li> <li>• diskutieren die Auslegung und Optimierung von Anlagen im Bereich der Wärme-, Energie- und Verfahrenstechnik unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Kriterien</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Grundkenntnisse der Technischen Thermodynamik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1;2;3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Studienrichtung Verfahrenstechnik der Energiewandlung Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 75 h<br>Eigenstudium: 75 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>H. D. Baehr und S. Kabelac, Thermodynamik, Springer 2009 (14. Auflage)</p> <p>E. Hahne, Technische Thermodynamik, Oldenbourg 2004 (4. Auflage)</p> <p>K. Lucas, Thermodynamik, Springer 2000 (2. Auflage)</p> <p>D. Rist, Dynamik realer Gase, Springer 1996</p> <p>R. Günther, Verbrennung und Feuerungen, Springer 1984</p> <p>A. Bejan, Advanced Engineering Thermodynamics, John Wiley &amp; Sons 1988</p>                                                                                                                                                                                                                                          |

|   |                                  |                                                                               |                  |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45495 | <b>Turbomaschinen</b><br>Turbomachinery                                       | <b>5 ECTS</b>    |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Turbomaschinen (2 SWS)<br>Übung: Übungen zu Turbomaschinen (2 SWS) | 3 ECTS<br>2 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | apl.Prof.Dr. Stefan Becker                                                    |                  |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | apl.Prof.Dr. Stefan Becker                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsprinzip der Turbomaschinen</li> <li>• Leistungsbilanzen, Wirkungsgrade, Zustandsverläufe</li> <li>• Ähnlichkeitskennzahlen</li> <li>• Kennlinien und Kennfelder</li> <li>• Betriebsverhalten</li> <li>• Grundbegriffe der Gitterströmung</li> <li>• Kräfte an Gitterschaufeln</li> <li>• Schaufelgitter</li> <li>• Gehäuse</li> <li>• CFD für Turbomaschinen</li> <li>• Grundlagen Windturbinen</li> <li>• Akustik</li> </ul> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlernen die Grundlagen der Turbomaschinen</li> <li>• verstehen und erklären Anwendung verschiedener Turbomaschinen</li> <li>• können entsprechend der Anwendung Turbomaschinen in ihren Grundabmessungen auslegen</li> <li>• erlangen ein Grundverständnis für das Betriebsverhalten</li> </ul>                                                                                                               |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Modul: Strömungsmechanik (Empfehlung)<br>Modul: Thermodynamik (Empfehlung)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Studienrichtung Verfahrenstechnik der Energiewandlung Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|    |                          |                                     |
|----|--------------------------|-------------------------------------|
| 16 | <b>Literaturhinweise</b> | keine Literaturhinweise hinterlegt! |
|----|--------------------------|-------------------------------------|

# Modulgruppe Energieverfahrenstechnik (EVT)

|   |                                  |                                                                                                                      |               |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45340 | <b>Fluid-Feststoff-Strömungen</b><br>Solid-liquid two phase flow                                                     | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übung Fluid-Feststoff-Strömungen (1 SWS)<br>Vorlesung: Fluid-Feststoff-Strömungen / Fluid-Solid-Flows (2 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück                                                                                          |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Im Rahmen des Moduls "Fluid-Feststoff-Strömungen" soll gezeigt werden, daß die Beschreibung von komplexen Strömungen auch mit einfachen Methoden möglich ist. Anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung wird die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände aufgezeigt. Darauf aufbauend wird mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen der Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung bestimmt. Damit ist es möglich, das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren, wie z.B. zirkulierende Wirbelschichten oder Riser, vorauszuberechnen. Desweiteren wird das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation verglichen und auf die für die Bioverfahrenstechnik bedeutsame Flüssigkeits-Feststoff-Wirbelschicht eingegangen. |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizieren einfache Methoden der Beschreibung von komplexen Strömungen</li> <li>• stellen anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände dar</li> <li>• bestimmen mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen den Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung</li> <li>• berechnen das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren voraus</li> <li>• vergleichen das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation</li> <li>• führen Versuche zur zirkulierenden Wirbelschicht durch</li> </ul>                                                                                                                              |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Energieverfahrenstechnik (EVT) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|    |                                         |                                                                           |
|----|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | mündlich (100%)                                                           |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester                                                     |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                                                |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Wirth, K.E.: Zirkulierende Wirbelschichten, Springer Verlag, Berlin, 1990 |

|   |                                  |                                                                                                                           |               |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47740 | <b>Grenzflächen in der Verfahrenstechnik</b><br>Process Engineering Interfaces                                            | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übung zu Grenzflächen in der Verfahrenstechnik (1 SWS)<br>Vorlesung: Grenzflächen in der Verfahrenstechnik (2 SWS) | -<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Nicolas Vogel<br>Sophie Mayer                                                                                   |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Peukert                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Bedeutung von Grenzflächen in Natur und Technik</li> <li>• Thermodynamik der Grenzflächen</li> <li>• Keimbildung und Kristallwachstum</li> <li>• Molekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Adsorption</li> <li>• Adhäsion</li> <li>• Kolloidale Partikelsysteme</li> <li>• Detergenzien, Emulsionen und Schäume</li> <li>• Biomoleküle und Zellen</li> </ul>                                                                                                                                             |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verfügen über Grundkenntnisse zur physikalischen und chemischen Beschreibung von Grenzflächen (z.B. zur Benetzung, zur Keimbildung, Adsorption, Adhäsion und zur Stabilität kolloidaler Systeme)</li> <li>• können entsprechende Ansätze erklären und auf Fragen der Verfahrenstechnik anwenden</li> <li>• sind fähig, grenzflächenbestimmte Prozesse im Zusammenhang mit verfahrenstechnischen Herausforderungen zu analysieren und entsprechende Lösungsansätze zu erarbeiten</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Energieverfahrenstechnik (EVT) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|    |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrbuch: Butt, H.-J., Graf, K.; Kappl, M.; Physics and Chemistry of Interfaces, Wiley-VCH, Berlin 2013, ISBN 978-3-527-41216-7</li> <li>• Lehrbuch: Israelachvili J.; Intermolecular and Surface Forces, Rev. 3rd Edition, Academic Press, ISBN: 9780123919274</li> <li>• Lehrbuch: Stokes, Robert J. / Evans, D. Fennell; Fundamentals of Interfacial Engineering, 1997; John Wiley &amp; Sons; ISBN 978-0-471-18647-2</li> <li>• Lehrbuch: Adamson, A., Physical chemistry of surfaces, Wiley-VCH, 1997</li> <li>• Lehrbuch: Hunter, R. J., Introduction to modern colloid science, Oxford University Press, 1993</li> <li>• Lehrbuch: Lyklema, J., Fundamentals of interface and colloid science, Elsevier, 2005</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                                                                              |                    |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94441 | <b>Mechanische Verfahrenstechnik II</b><br>Focus module: Mechanical process engineering                                                      | <b>5 ECTS</b>      |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Product Engineering (1 SWS)<br>Vorlesung: Product Engineering (3 SWS)<br>Tutorium: Tutorium zu Product Engineering (1 SWS) | -<br>7,5 ECTS<br>- |
| 3 | Lehrende                         | Lukas Gromotka<br>Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Peukert                                                                                            |                    |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
|---|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Peukert                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Im Rahmen des Moduls werden die Grundlagen der Produktgestaltung behandelt. Ausgehend von der Eigenschaftsfunktion (Zusammenhang zwischen Anwendungs- bzw. Endprodukteigenschaften und den dispersen Eigenschaften) werden Möglichkeiten zur Steuerung der Produkteigenschaften vorgestellt und an exemplarischen Prozessen vertieft. Neben der Partikelproduktion (u.a. Gasphasensynthese, Fällung, Zerkleinern) werden Fragen der Formulierung (z.B. Beschichtungen) behandelt. Ein Schwerpunkt liegt auf der Gestaltung nanoskaliger Produkte. Hier gelingt die Einstellung makroskopischer Produkteigenschaften nur durch die mikroskopische Steuerung der Grenzflächen. Als Simulationswerkzeuge werden Populationsbilanzen eingeführt.</p> <p>Es werden Beispiele aus der chemisch-pharmazeutischen Technologie, den Materialwissenschaften und der Medizintechnik behandelt. Das Modul richtet sich daher sowohl an Bio- und Chemieingenieure als auch Materialwissenschaftler, Pharmazeutische Technologen und Naturwissenschaftler.</p> <p>Wir fördern Teamfähigkeit und Präsentationstechniken durch die selbstständige Erarbeitung spezieller Beispiele in kleinen Gruppen.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen den Zusammenhang zwischen Anwendungs- bzw. Endprodukteigenschaften und den dispersen Eigenschaften</li> <li>• setzen Möglichkeiten zur Steuerung der Produkteigenschaften an exemplarischen Prozessen um</li> <li>• lernen Partikelproduktion und Formulierungen, insbesondere die Gestaltung nanoskaliger Produkte</li> <li>• lernen die physikalischen Grundprinzipien zur Einstellung der dispersen Größen und deren Umsetzung in technischen Apparaten</li> <li>• wenden die Inhalte mit Beispielen aus der chemisch-pharmazeutischen Technologie, den Materialwissenschaften und der Medizintechnik an</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |

|    |                                         |                                                                                   |
|----|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Modulgruppe Energieverfahrenstechnik (EVT) Master of Science Energietechnik 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | mündlich (30 Minuten)                                                             |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | mündlich (100%)                                                                   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester                                                             |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                           |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                                                        |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                           |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Wird in der Vorlesung ausgegeben                                                  |

|   |                                  |                                                                          |               |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45370 | <b>Produktanalyse</b><br>Product analysis                                | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übung Produktanalyse (1 SWS)<br>Vorlesung: Produktanalyse (2 SWS) | -<br>4 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Johannes Walter<br>Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Peukert              |               |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Johannes Walter                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>The module introduces modern (optical) techniques for characterization of disperse systems in chemical engineering and materials science. The participants will learn general principles as well as where, when and on which time scale information on materials properties can be gained by the discussed methods. For disperse systems the latter can be for example particle size, particle shape, materials composition, electronic properties and surface chemistry as well as surface charge.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Materials Properties and Classification</li> <li>• Sampling, Error Sources and their Analysis</li> <li>• Definition and Determination of Particle Distribution, Size and Shape</li> <li>• Principles Optics and Diffraction I</li> <li>• Principles Optics and Diffraction II</li> <li>• Diffraction, Rayleigh-, Mie scattering</li> <li>• Static and Dynamic Light scattering</li> <li>• X-Ray Scattering and Applications</li> <li>• Zetapotential and its measurement with optical methods</li> <li>• Analytical Ultra-Centrifugation with Multi-Wavelength Optics</li> <li>• Nonlinear Optics at Interfaces and its Application</li> <li>• Color and its Measurement: UV-Vis and Fluorescence Spectroscopy</li> <li>• Infrared and Raman Spectroscopy including Surface-Enhanced Techniques</li> <li>• Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS)</li> <li>• Scanning Probe Microscopy and Electron Microscopy</li> </ul> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• The participants will learn about the fundamentals of light-matter interactions and acquire the necessary skills to understand the working principles of the discussed experimental methods.</li> <li>• The participants will learn which material property is accessible by the discussed methods for product analysis as well as where and when each method can be applied.</li> <li>• The participants will learn on how to judge the results of an individual measurement technique and will learn about its inherent boundaries (e.g. resolution etc.)</li> <li>• The participants will learn where a combination of several techniques is more promising.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Energieverfahrenstechnik (EVT) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Principles of physics extended (9. ed., internat. student version); Authors: David Halliday, Robert Resnik, Jearl Walker; Wiley 2011</li> <li>Springer Handbook of Materials Measurement Methods; Authors: Horst Czichos, T. Saito, Smith Leslie; Springer 2006 (electronic access within FAU)</li> <li>Nonlinear Optics; Author: Robert W. Boyd; Academic Press 2008</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                                                                                                         |                  |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92101 | <b>Prozessmaschinen und Apparatechnik</b><br>Process machines and process technology                                                                                    | <b>5 ECTS</b>    |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Prozessmaschinen und Apparatechnik (Process Equipment) (2 SWS)<br>Übung: Übungen zu Prozessmaschinen und Apparatechnik (Exercises Process Equipment) (2 SWS) | 3 ECTS<br>2 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing<br>Irina Wiemann<br>Felix Potrykus                                                                                                       |                  |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Sebastian Rieß<br>Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Einführung (Charakterisierung der Stoffeigenschaften), Lagerung (Silos, Tanks), Förderung (Pumpen, Verdichter, Schüttgutdosierung, elektrische Antriebe und Getriebe), Rohrleitungen und Armaturen, Wärmeübertragung (Rohrbündel-Wärmeübertrager, Platten-Wärmeübertrager, Kondensatoren, Verdampfer), Reaktoren (Gasphasen-, Flüssigphasen-Reaktoren). Trennung (Kolonnen und Kolonneneinbauten), Durchflussmesser (Durchflussmesser für Flüssigkeiten und Gase, Durchflussmesser für Feststoffe).                                                                                                                                                       |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind mit dem Aufbau verschiedener Maschinen und Apparate der chemischen Verfahrenstechnik zum Fördern von Gasen und Flüssigkeiten sowie zur Wärme- und Stoffübertragung vertraut</li> <li>• verstehen die Grundlagen elektrischer Motoren</li> <li>• können die Funktionsweise von Pumpen und Verdichtern verschiedener Bauarten und Funktionsprinzipien nachvollziehen, sie bezüglich ihrer Energieeffizienz bewerten und darauf aufbauend anwendungsorientiert auswählen</li> <li>• können die Versuchsergebnisse eigenständig protokollieren, auswerten und kritisch diskutieren</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Technisches Zeichnen (Modul B19), Konstruktionslehre (Modul B18)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Energieverfahrenstechnik (EVT) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|    |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gülich, J. F.: Kreispumpen -Handbuch für Entwicklung, Anlagenplanung und Betrieb, Springer Verlag, 2013</li> <li>• Eifler, W., Schlücker, E., Spicher, U., Will, G: Küttner Kolbenmaschinen, Springer Verlag, 2009</li> <li>• Vetter, G.: Handbuch Dosieren, 2. Auflage, Vulkan-Verlag, Essen, 2002</li> <li>• Vetter, G.: Leckfreie Pumpen, Verdichter und Vakuumpumpen, Vulkan-Verlag, Essen, 1998</li> <li>• Vetter, G.: Rotierende Verdrängerpumpen in der Prozesstechnik, Vulkan-Verlag, Essen, 2006</li> <li>• VDI-Wärmeatlas</li> <li>• Thier, B.: Wärmetauscher, Vulkan-Verlag, Essen, 1994</li> <li>• Sattler, K.: Thermische Trennverfahren, VCH, Weinheim, 1995</li> <li>• Skript zur Vorlesung</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                                                  |               |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97331 | <b>Strömungsmechanik II</b><br>Fluid mechanics II                                                                | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Strömungsmechanik II (Vertiefung) - Übung (1 SWS)<br>Vorlesung: Strömungsmechanik II (Vertiefung) (3 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Andreas Wierschem                                                                                      |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Andreas Wierschem                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionsanalyse und Ähnlichkeitstheorie</li> <li>• schleichende Strömungen</li> <li>• zeitabhängige Strömungen</li> <li>• Potentialströmungen</li> <li>• Grenzschichtströmungen</li> <li>• Turbulenz</li> <li>• kompressible Strömungen</li> </ul> <p>Übungen ergänzen die Vorlesung. Studierende werden angeleitet, das erhaltene Wissen anzuwenden, strömungsmechanische Problemstellungen zu bewerten und Lösungen zu entwickeln.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Aufbauend auf Kenntnissen reibungsbehafteter Strömungen bietet die Vorlesung eine systematische Vertiefung in wesentliche Bereiche der Strömungsmechanik.</p> <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verfügen über einen Überblick über wesentliche Bereiche der Strömungsmechanik und verstehen ihre Bedeutung und Anwendung in der Strömungsmechanik</li> <li>• können die Bedeutung der unterschiedlichen Strömungsbereiche sowohl in der natürlichen Umgebung als auch in ingenieurwissenschaftlichen Problemstellungen nachvollziehen</li> <li>• sind fähig, strömungsmechanische Problemstellungen zu bewerten und Lösungen zu entwickeln</li> <li>• können die erworbenen Fachkenntnisse mit geeigneten Methoden und Vorgehensweisen an Hand von Beispielen praktisch anwenden.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Strömungsmechanik (CBI, CEN) oder Strömungsmechanik I für Maschinenbau und Energietechnik.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Energieverfahrenstechnik (EVT) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|    |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>                  | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• J. H. Spurk, N. Aksel: Strömungslehre: Einführung in die Theorie der Strömungen, 8. Auflage, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2010</li> <li>• F. Durst, Grundlagen der Strömungsmechanik - Eine Einführung in die Theorie der Strömungen in Fluiden, Springer, 2006</li> <li>• P. K. Kundu, Fluid Mechanics, 5th Ed., Academic Press, 2012</li> <li>• F. M. White, Fluid Mechanics, 7th Rev. Ed., McGraw Hill, 2011</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                    |               |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>44960 | <b>Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik</b><br>Thermophysical properties of working materials in process and energy engineering | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik (4 SWS)                                                               | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Thomas Manfred Koller<br>Tobias Klein<br>Dr.-Ing. Michael Rausch<br>Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba<br>Dr. Johannes Knorr                                               |               |

|   |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|---|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Dr.-Ing. Thomas Manfred Koller                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung von Stoffdaten in der Verfahrens- und Energietechnik</li> <li>• Gleichgewichtseigenschaften zur Charakterisierung von Arbeitsstoffen, z.B. in Form der thermodynamischen Zustandseigenschaften und -größen Dichte, innere Energie, Enthalpie, Entropie, spezifische Wärmekapazität, Schallgeschwindigkeit, Brechungsindex, Oberflächen- und Grenzflächenspannung</li> <li>• Transporteigenschaften zur Charakterisierung des molekularen Masse-, Energie- und Impulstransportes, z.B. Viskosität, Diffusionskoeffizient, Soret-Koeffizient, Thermodiffusionskoeffizient, Wärme- und Temperaturleitfähigkeit</li> <li>• Anwendungsbezogene Stoffdatenrecherche in der wissenschaftlichen Literatur, Tabellenwerken und Datenbanken</li> <li>• Korrelationen und Vorhersagemethoden für Stoffeigenschaften</li> <li>• Methoden zur experimentellen Bestimmung und prozessbegleitenden Messung von Stoffdaten, insbesondere durch moderne laseroptische Techniken</li> <li>• Grundzüge der theoretischen Bestimmung von Stoffdaten mit Hilfe der molekularen Modellierung</li> <li>• Aufstellung von thermischen und kalorischen Zustandsgleichungen</li> </ul> <p>*Content*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The importance of thermophysical properties in process and energy engineering</li> <li>• Equilibrium properties for the characterization of working materials, e.g., in the form of thermodynamic properties of state and other equilibrium properties such as density, internal energy, enthalpy, entropy, specific heat capacity, sound speed, refractive index, surface or interfacial tension, etc.</li> <li>• Transport properties for the characterization of molecular transfer of mass, energy, and momentum, e.g. diffusion</li> </ul> |  |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                  | <p>coefficients, Soret coefficient, thermal diffusion coefficient, thermal conductivity, thermal diffusivity, and viscosity</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Use-oriented inquiry of thermophysical property data in scientific literature, table compilations, and databases</li> <li>• Correlation and prediction of thermophysical properties</li> <li>• Methods for experimental determination and in-process measurement of thermophysical properties, in particular by laser-optical techniques</li> <li>• Basics of the theoretical prediction of thermophysical properties by molecular modeling</li> <li>• Development of thermal and caloric equations of state</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind mit der Bedeutung von Stoffdaten in der Verfahrens- und Energietechnik in Form von Gleichgewichts- und Transporteigenschaften vertraut,</li> <li>• verwenden verschiedene Bezugsquellen für Stoffeigenschaften (Recherche in wissenschaftlicher Literatur, Tabellenwerken und Datenbanken; Korrelationen und Vorhersagemethoden; theoretische und experimentelle Bestimmung) eigenständig und wählen diese bedarfsgerecht und abhängig vom resultierenden Nutzen und Aufwand aus,</li> <li>• kennen die Herangehensweisen zur Korrelation und Vorhersage von Stoffeigenschaften sowie zur Aufstellung von thermischen und kalorischen Zustandsgleichungen und übertragen diese Herangehensweisen auf andere Stoffe,</li> <li>• sind mit experimentellen Methoden zur Stoffdatenbestimmung vertraut, insbesondere mit laseroptischen Messtechniken,</li> <li>• verstehen die Grundzüge der molekularen Modellierung zur theoretischen Bestimmung von Stoffdaten und</li> <li>• wählen Arbeitsmedien mit definierten Stoffeigenschaften für eine optimierte Gestaltung von Verfahren und Prozessen der Energie- und Verfahrenstechnik aus.</li> </ul> <p>*Education objectives and competences*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are aware of the importance of thermophysical properties in process and energy engineering in the form of equilibrium and transport properties,</li> <li>• use various sources for thermophysical properties (scientific literature, table compilations, databases, correlations, predictions, theoretical and experimental determination) independently and select the respective sources in a use-oriented way considering the resulting effort and benefit,</li> <li>• know the approaches for the correlation and prediction of thermophysical properties as well as for developing equations of state, and are able to transfer these approaches to other systems,</li> <li>• are familiar with experimental methods for the determination of thermophysical properties, in particular with laser-optical methods,</li> </ul> |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>understand the basics of the use of molecular modeling for the theoretical determination of thermophysical properties,</li> <li>select working materials with defined thermophysical properties for an optimized design of processes in energy and process engineering.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Grundkenntnisse der Technischen Thermodynamik sowie der Wärme-, Stoff- und Impulsübertragung<br>Basic knowledge on Engineering Thermodynamics as well as heat, mass, and momentum transfer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1;2;3;4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Modulgruppe Energieverfahrenstechnik (EVT) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>R. C. Reid, J. M. Prausnitz, B. E. Poling, The properties of gases and liquids, McGraw Hill Book Co., New York, 1987</li> <li>Recommended Reference Materials for the Realization of Physicochemical Properties, K. N. Marsh (ed.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1987</li> <li>Measurement of the Transport Properties of Fluids, W. A. Wakeham, A. Nagashima, and J. V. Sengers (eds.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1991</li> <li>R. Haberlandt, S. Fritzsche, G. Peinel, K. Heinzinger, Molekulardynamik: Grundlagen und Anwendungen, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 1995</li> <li>R. W. Kunz, Molecular Modelling für Anwender, Teubner, Stuttgart 1997</li> <li>M. J. Assael, J. P. M. Trusler, T. F. Tsooakis, Thermophysical Properties of Fluids, Imperial College Press, London, 1996</li> <li>Transport Properties of Fluids, J. Millat, J. H. Dymond, and C. A. Nieto de Castro (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, 1996</li> <li>J. M. Haile, Molecular Dynamics Simulation: Elementary Methods, John Wiley &amp; Sons, Inc., Canada, 1997</li> <li>G. Grimvall, Thermophysical Properties of Materials, Elsevier, Amsterdam, 1999</li> </ul> |

- |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• J. A. Wesselingh, R. Krishna, Mass Transfer in Multicomponent Mixtures, Delft University Press, Delft, The Netherlands, 2000</li> <li>• Equations of State for Fluids and Fluid Mixtures, J. V. Sengers, R. F. Kayser, C. J. Peters, and H. J. White, Jr. (eds.), Elsevier, Amsterdam 2000</li> <li>• Measurement of the Thermodynamic Properties of Single Phases, A. R. H. Goodwin, K. N. Marsh, and W. A. Wakeham (eds.), Elsevier, Amsterdam 2003</li> <li>• Diffusion in Condensed Matter, P. Heitjans and J. Kärger (eds.), Springer, New York 2005</li> <li>• R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, Transport Phenomena, John Wiley &amp; Sons, Inc., U.S.A., 2007</li> <li>• C. L. Yaws, Thermophysical Properties of Chemicals and Hydrocarbons, William Andrew, Inc., Norwich, 2008</li> <li>• Applied Thermodynamics of Fluids, A. R. H. Goodwin, J. V. Sengers, C. J. Peters (eds.), Elsevier, Amsterdam, 2010</li> <li>• Experimental Thermodynamics Volume IX: Advances in Transport Properties of Fluids, M. J. Assael, A. R. H. Goodwin, V. Vesovic, and W. A. Wakeham (eds.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2014</li> </ul> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |                                  |                                                                                   |                  |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>43700 | <b>Transportprozesse</b><br>Transport processes                                   | <b>5 ECTS</b>    |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Transportprozesse (2 SWS)<br>Übung: Übung zu Transportprozesse (1 SWS) | 3 ECTS<br>2 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing<br>Nicklas Lindacher                               |                  |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Sebastian Rieß<br>Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Transportvorgänge: Wärme-, Stoff-, und Impulsübertragung</li> <li>Auf Basis der kinetischen Gastheorie werden Gleichungen zur Beschreibung von Transportvorgängen (allgemeine Transportgleichung, Fourier'sches Gesetz, Fick'sche Gesetze, ) hergeleitet und für in der Technik typischen Geometrien und Randbedingungen angewandt</li> <li>Herleitung von Gleichungen zur Beschreibung technischer Aufgabenstellung</li> <li>Aufbereitung von Problemstellungen zur Lösung mit Rechnerunterstützung</li> </ul> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>haben vertiefende Kenntnisse in der Impuls-, Wärme, und Stoffübertragung</li> <li>können Gleichungen zur Beschreibung technischer Aufgabenstellungen eigenständig herleiten</li> <li>bereiten Aufgabenstellung zur Lösung am Rechner z.B. mit Hilfe von MatLab auf</li> <li>erarbeiten projektbezogener Aufgaben am Beispiel von Miniprojekten</li> </ul>                                                                                                                               |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Energieverfahrenstechnik (EVT) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|    |                                         |                                     |
|----|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                             |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | keine Literaturhinweise hinterlegt! |

# Modulgruppe Erneuerbare Energien (EE)

|   |                                  |                                                                                                               |               |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47756 | <b>Biocatalytic energy systems</b><br>no english module name available for this module                        | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Lecture Biocatalytic Energy Systems (2 SWS)<br>Übung: Exercise Biocatalytic Energy Systems (3 SWS) | -<br>-        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Katharina Herkendell                                                                                |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Katharina Herkendell                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Content:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biocatalysts</li> <li>• Biocatalytic processes</li> <li>• Thermodynamics of biocatalytic processes</li> <li>• Kinetics of biocatalytic processes</li> <li>• Analysis techniques of biocatalytic processes</li> <li>• Application: Sensors</li> <li>• Application: Power generation</li> <li>• Application: biofuel synthesis Introduction to various biocatalytic energy systems</li> <li>• Potentials and challenges of biocatalytic energy conversion</li> </ul>                          |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• have a basic knowledge and understanding of biocatalytic processes</li> <li>• are able to develop and evaluate strategies for biocatalytic energy conversion and storage as well as bio-organic synthesis of value-added chemicals</li> <li>• understand the functionality and theory of common analysis tools for the characterization of biocatalytic systems</li> <li>• are able to show the advantages and disadvantages and the potentials of the reviewed applications</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | No preliminary knowledge is needed for a successful participation. However, basic knowledge of enzyme technology, microbiology, thermodynamics, electrochemistry, or reaction engineering can make it easier to get started.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152</p> <p>Modulgruppe Erneuerbare Energien (EE) Master of Science Energietechnik 20222</p> <p>Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222</p>                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|    |                                             |                                                                                                                               |
|----|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>                  | nur im Sommersemester                                                                                                         |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                      |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                                                                                                                    |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch                                                                                                                      |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Slides and further literature recommendations will be uploaded on StudOn.</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                                                     |               |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47810 | <b>Chemische Energiespeicherung</b><br>Energy storage chemical                                                      | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Chemische Energiespeicherung (2 SWS)<br>Übung: Übung zur Chemischen Energiespeicherung (1 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Detlef Freitag<br>Peter Leicht<br>Jakob Söllner                                                            |               |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Dr.-Ing. Detlef Freitag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Inhaltliche Schwerpunktthemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamische Grundlagen chemischer Energiespeicherung</li> <li>• Überblick über Energiespeichertechnologien (auch nicht chemisch)</li> <li>• Biogene Energieträger</li> <li>• Elektrochemische Grundlagen und Anwendungen für elektrochemische Energiespeicherung</li> <li>• Wasserstoffspeichertechnologien (Kompression, Verflüssigung, Adsorption)</li> <li>• Wasserstoffspeicherung durch chemische Bindung an Trägerstoff</li> <li>• Energiespeicherung durch Erzeugung von Brennstoffen</li> <li>• Wärmespeicherung</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verfügen über vertiefte Fach- und Methodenkompetenzen im Bereich der chemischen Energiespeicherung</li> <li>• sind mit den neusten Entwicklungen auf dem Gebiet der chemischen Energiespeicherung vertraut</li> <li>• können unterschiedliche Energiespeicher- und Energietransportkonzepte im Sinne einer Prozesskettenanalyse und unter Betrachtung der verfahrenstechnischen Aspekte miteinander vergleichen und bewerten</li> <li>• sind zur Beurteilung und Diskussion thermodynamischer und kinetischer Aspekte chemischer Energiespeicherkonzepte befähigt</li> <li>• sind in der Lage Potentiale, Energiedichten und Wirkungsgrade neuer Speichertechnologien und ansätze zu ermitteln</li> <li>• sind mit der interdisziplinären Arbeitsweise an der Schnittstelle von Ingenieurwissenschaften und Chemie vertraut</li> <li>• sind zum Einstieg in die industrielle Forschung und Entwicklung auf einem der aktuellsten Themengebieten im Bereich der Energiewende" befähigt</li> </ul> |

|    |                                          |                                                                                                                                                     |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                               |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                         |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Erneuerbare Energien (EE) Master of Science Energietechnik 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich (120 Minuten)                                                                                                             |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                    |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                               |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                                            |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                          |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                             |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Huggins, R.A., Energy Storage, Springer, 2010                                                                                                       |

|   |                                  |                                                                                                                                                       |               |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47770 | <b>Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen</b><br>Energetic use of biomass and waste                                                        | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen (2 SWS)<br>Übung: Seminar zur Energetischen Nutzung von Biomasse und Reststoffen (1 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Tanja Schneider<br>Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl                                                                                                         |               |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
|---|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Im Rahmen des Moduls werden die Möglichkeiten und Rahmenbedingungen für die energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen behandelt. Zuerst werden Konzepte zur Nutzung biogener Stoffe und zur Entsorgung von Reststoffen vorgestellt. Neben konventionellen Nutzungskonzepten für die Wärme- und Stromerzeugung werden auch innovative Konzepte wie Vergärung, Pyrolyse und Vergasung, die Herstellung von Treibstoffen und die Anwendung neuer Technologien wie Brennstoffzelle, ORC-Prozess und Stirlingmotor behandelt:</p> <p>Teil 1 - Einführung<br/> Teil 2 - Wärmeerzeugung aus biogenen Brennstoffen<br/> Teil 3 - Stromerzeugung mit Verbrennungsanlagen<br/> Teil 4 - Stromerzeugung mit Vergärung<br/> Teil 5 - Stromerzeugung mit thermischer Vergasung</p> <p>Im weiteren Verlauf des Moduls werden die verfahrenstechnischen Grundlagen dieser Konzepte behandelt. Dabei stehen vor allem technologische Probleme bei Verbrennung und Vergasung verschiedenster Brennstoffe und die Brennstofflogistik im Vordergrund:</p> <p>Teil 6 - Verbrennung von Biomasse<br/> Teil 7 - Vergasung von Biomasse<br/> Teil 8 - Herstellung von Treibstoffen aus Biomasse</p> <p>Parallel dazu werden die Planung und die Wirtschaftlichkeit von Anlagen für die Nutzung von Biomasse thematisiert. Das Ziel ist die Durchführung und Präsentation einer Vorstudie (Grundlagenermittlung und Vorstudie) für ein selbst gewähltes Beispiel.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren und bewerten aktuelle Technologien und Konzepte zur Nutzung von Biomasse</li> <li>• wenden die Grundlagen zur Planung von Biomasseversorgungsanlagen an</li> <li>• präsentieren überzeugend die Planungsergebnisse und regen die Zuhörer zur Diskussion an</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |

|    |                                         |                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Erneuerbare Energien (EE) Master of Science Energietechnik 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | mündlich                                                                                                                                            |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | mündlich (100%)                                                                                                                                     |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester                                                                                                                               |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                                            |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                                                                                                                          |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                                                             |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Karl, Dezentrale Energiesysteme, Oldenbourg Verlag<br><br>Kaltschmitt, Energie aus Biomasse, Springer Verlag                                        |

|   |                                  |                                                                        |               |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>63054 | <b>Grundlagen der Nanowissenschaften</b><br>Foundations of Nanoscience | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Grundlagen der Nanowissenschaften (2 SWS)                   | -             |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Hans-Peter Steinrück<br>Prof. Dr. Dirk Michael Guldi         |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Dirk Michael Guldi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Teil 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsätzliche Fragen der Nanowissenschaften</li> <li>• Elektronische Struktur von Atomen, Molekülen, Festkörpern und Systemen in reduzierten Dimensionen</li> <li>• Bandstruktur, Zustandsdichten</li> <li>• Photoelektronenspektroskopie: UV-Photoelektronenspektroskopie, Röntgen-Photoelektronenspektroskopie</li> <li>• Grundlagen und Anwendungen Rastersondenmikroskopien (Rasterelektronen-mikroskopie, Rastertunnelmikroskopie, Rasterkraftmikroskopie)</li> </ul> <p>Teil 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung, Wachstum, Eigenschaften und Charakterisierung von 0- und 1-dimensionalen Nanokristallen</li> <li>• Quantisierung und Exzitonen in Halbleiter-Nanokristallen</li> <li>• Oxidische Halbleiter-Nanokristalle unter Einfluss von Licht, Elektrolyten und Elektronendonoren / -akzeptoren</li> <li>• Anwendung von oxidischen Halbleiter-Nanokristallen</li> </ul> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skizzieren verschiedene Methoden der Mikroskopie und moderner physikochemischer Verfahren</li> <li>• diskutieren die Eigenschaften von nanoskopischen Materialien</li> <li>• beschreiben spektroskopische und mikroskopische Verfahren und wenden diese für mikroskopische Fragestellungen an.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Erneuerbare Energien (EE) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|    |                                             |                                                                                                                    |
|----|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 120 h                                                                           |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                                                                                                         |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                            |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | G. Wedler, H.-J. Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie<br><br>P. W. Atkins, C. A. Trapp, Physikalische Chemie |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                 |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45350 | <b>Nanotechnology of Disperse Systems</b><br>Nanotechnology of disperse systems                                                                                                                                                                                           | <b>5 ECTS</b>                   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | <p>Vorlesung mit Übung: Nanotechnologie disperser Systeme (2 SWS)</p> <p>Übung: Nanotechnology of Disperse Systems - Exercises (1 SWS)</p> <p>Vorlesung: Nanotechnology of Disperse Systems: Synthesis, Formation Mechanisms and Applications of Mesocrystals (0 SWS)</p> | <p>5 ECTS</p> <p>-</p> <p>-</p> |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Robin Klupp Taylor<br>Dr. Monica Distaso                                                                                                                                                                                                                        |                                 |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Robin Klupp Taylor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to nanodisperse systems and their broad fields of application and research</li> <li>• Summer semester only: Parallel lecture blocks (Block 1 (non-MAP) - Optoelectronic properties of nanodisperse systems, Block 2 (MAP) - Synthesis, properties and applications of mesocrystals)</li> <li>• Winter semester only: Optoelectronic properties of nanodisperse systems</li> <li>• Magnetic properties of nanodisperse systems</li> <li>• Ex situ and in situ characterisation of nanoparticles (Optical methods; Electron microscopy; Scanning probe microscopy; Spectroscopy)</li> <li>• Fundamental aspects of the preparation of nanodisperse systems (Thermodynamic fundamentals; Hydrolysis and polycondensation (metal oxides); Redox-reactions (metals); Solvothermal/Hydrothermal synthesis; Control of particle size and morphology)</li> <li>• Synthesis and properties of carbon nanotubes</li> <li>• Industrial methods of nanoparticle synthesis</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>On completion of the lecture course students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identify major applications and research fields of nanodisperse systems</li> <li>• Identify and explain the fundamental theories of nucleation and growth and colloidal stability</li> <li>• Differentiate between different approaches for the preparation of nanodisperse systems</li> <li>• Select metal and metal oxide precursors and oxidizing/reducing agents according to their thermodynamic properties.</li> <li>• Give examples of means to control nanoparticle size, shape and agglomeration state</li> <li>• Distinguish between different characterization tools according to their advantages and disadvantages for the analysis of nanodisperse systems</li> <li>• Identify the influence of particle size on key physical properties</li> </ul>                                                                                                                                                |  |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Match physical properties of nanoparticles to current or emergent applications</li> <li>• Plan a presentation in which they compare and appraise recent research activities from the literature</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Erneuerbare Energien (EE) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <h2>Nanoparticles and nanotechnology in general</h2> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Axelos, M.A. and van de Voorde, M.H. (2017) Nanotechnology in agriculture and food science, Wiley-VCH, Verlag GmbH &amp; Co. KGaA, Weinheim. Full text</li> <li>• Diwald, O. Berger, T. (2021) Metal oxide nanoparticles: Formation, functional properties, and interfaces, Wiley-VCH, Verlag GmbH &amp; Co. KGaA, Weinheim. Full text</li> <li>• Müller, B. and van de Voorde, M. (2017) Nanoscience and Nanotechnology for Human Health, Wiley-VCH Verlag GmbH &amp; Co. KGaA, Weinheim, Germany. Full text</li> <li>• Naitō, M., Yokoyama, T., Hosokawa, K., Nogi, K. (eds) (2018) Nanoparticle technology handbook, Elsevier, Amsterdam. Full text</li> <li>• Natelson, D. (2015) Nanostructures and Nanotechnology, Cambridge University Press, Cambridge. Full text</li> <li>• Sánchez-Domínguez, M. and Rodríguez Abreu, C. (2016) Nanocolloids: A meeting point for scientists and technologists, Elsevier, Amsterdam. Full text</li> <li>• Sharon, M. (ed) (2019) History of nanotechnology: From pre-historic to modern times, Wiley, Hoboken NJ USA. Full text</li> </ul> |

# Optical properties of nanoparticles / nanophotonics

- Bohren, C.F. and Huffman, D.R. (1993 (1998[printing])) Absorption and scattering of light by small particles, Wiley, New York, Chichester. Full text
- Gaponenko, S. V. Introduction to nanophotonics, 2010, (Full text)
- Pelton, M. and Bryant, G.W. (2013) Introduction to metal-nanoparticle plasmonics, Wiley; Science Wise Publishing, Hoboken, New Jersey. Full text
- Quinten, M. (2011) Optical properties of nanoparticle systems: Mie and beyond, Wiley-VCH, Weinheim. Full text

## Magnetic nanoparticles

- Gubin, S.P. (2009) Magnetic nanoparticles, Wiley-VCH, Weinheim. Full text
- Katz, E. (ed) (2020) Magnetic Nanoparticles, MDPI, Basel. Full text (open access)
- Rivas, J., Kolen'ko, Y.V., Bañobre-López, M. (2016) Magnetic Nanocolloids, in Nanocolloids, Elsevier, pp. 75–129. Full text

## Nanoparticle characterisation

- Unger, W., Hodoroaba, V.-D., Shard, A. (2019) Characterization of nanoparticles: Measurement processes for nanoparticles Elsevier, Amsterdam. Full text

## Nanoparticle synthesis

- Haumesser, P.-H. (2016) Nucleation and growth of metals: From thin films to nanoparticles, Elsevier, Amsterdam. Full text
- Mohan, S., Oluwafemi, S.O., Kalarikkal, N., Thomas, S. (2018) Synthesis of inorganic nanomaterials: Advances and key technologies, Woodhead Publishing, Oxford. Full text

- |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Sau, Tapan K, Rogach, Andrey L. Complex-shaped metal nanoparticles: bottom-up syntheses and applications, 2012 Wiley-VCH Full Text</li><li>• Thomas, Sabu et al. Colloidal Metal Oxide Nanoparticles: Synthesis, Characterization and Applications, 2020 Elsevier Full Text</li><li>• Thota, S. and Crans, D.C. (2018) Metal nanoparticles: Synthesis and applications in pharmaceutical sciences, Wiley-VCH, Weinheim. Full text</li></ul> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |                                  |                                                                                                    |               |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47760 | <b>Regenerative Energien (Wind, Sonne, Erdwärme)</b><br>Renewable energy (wind, solar, geothermal) | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Regenerative Energien - Erzeugung, Integration, Speicherung (2 SWS)                     | -             |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Marius Dillig<br>Sebastian Kolb                                                           |               |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Im Rahmen des Moduls werden aktuelle Problemstellungen der Integration und Transformation von Energiesystemen mit regenerativen Energien behandelt. Insbesondere werden Anlagentechnik, Speicher und Netzintegration vorgestellt und Ressourcenbewertungs-, Projektionsverfahren und Szenarioergebnisse verglichen und diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Ressourcenbewertung</li> <li>• Grundlagen von Prognose- und Projektionsverfahren</li> <li>• Photovoltaik, Anlagentechnik und Netzintegration</li> <li>• Windkraft, Anlagentechnik und Netzintegration</li> <li>• Regenerative Wärme: Anlagentechnik Geothermie / Biomasse</li> <li>• Grundlagen und Anlagentechnik von Energiespeichern</li> <li>• Netzintegration und Regelernergie mit EE</li> <li>• Integration und Transformation von Energiesystemen (Prof. Sterner)</li> </ul> <p>Darüber hinaus wird ein Szenario zur Integration erneuerbarer Energieressourcen erstellt. Die theoretischen Inhalte zur Ressourcenbewertung, Anlagentechnik, Speichern und Systemintegration werden dabei an praktischen Beispielen angewandt und zu einem Systemmodell mit Hilfe der Software Simile zusammengebaut. Die Ergebnisse der Szenariorechnungen werden von den Studierenden im Rahmen einer abschließenden Posterpräsentation vorgestellt und mit den Dozenten diskutiert.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden erlernen die Ressourcenbewertung, Anlagentechnik und Netzintegration von verschiedener reg. Energieträgern und Speichern. Sie lernen Projektionsverfahren zur Integration und Transformation von Energiesystemen kennen, wenden diese zur Modellerstellung und damit direkten praktischen Kompetenzerwerb selbstständig an und diskutieren und bewerten Prognoseergebnisse kritisch.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Erneuerbare Energien (EE) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|    |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                         | Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                               |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Karl; Dezentrale Energiesysteme; Oldenbourg-Verlag</li> <li>• Sterner, Stadler; Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration; Springer Verlag</li> <li>• Quaschnig; Regenerative Energiesysteme: Technologie - Berechnung Simulation; Carl Hanser Verlag</li> </ul> |

|   |                                  |                                                      |               |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47750 | <b>Solar Energy Conversion</b>                       | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Solar Energy Conversion (3 SWS) | -             |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Dirk Michael Guldi                         |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Dirk Michael Guldi                                                                                                                                       |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!                                                                                                                              |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!                                                                                                       |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                              |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                        |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Erneuerbare Energien (EE) Master of Science Energietechnik 20222                |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich/mündlich                                                                                                                                               |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich/mündlich (100%)                                                                                                                                        |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                              |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)                                                                                                        |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                            |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                                                |

# Modulgruppe Verbrennungen und thermische Strömungsmaschinen (VTS)

|   |                                  |                                                                                                           |                      |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>42917 | <b>Clean combustion technology</b><br>no english module name available for this module                    | <b>5 ECTS</b>        |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Clean Combustion Technology (2 SWS)<br>Übung: Exercises in Clean Combustion Technology (2 SWS) | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Florian Bauer<br>Prof. Dr.-Ing. Stefan Will                                                               |                      |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Simon Aßmann<br>Prof. Dr.-Ing. Stefan Will                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Introduction to combustion technology: fundamentals, laminar flames, turbulent flames, combustion modeling , pollutant formation, application. Introduction to numerical simulation of flows with combustion.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Students will... <ul style="list-style-type: none"> <li>• gain in-depth technical and methodological knowledge in combustion technology, combustion modeling, pollutant formation and engineering applications</li> <li>• are able to characterize different flame types and evaluate technical applications with respect to efficiency and pollutants</li> <li>• can describe global reaction equations as well as simple flames with thermodynamic conservation equations</li> <li>• are familiar with the interdisciplinary approach at the interface of fluid mechanics, thermodynamics and reactive flows</li> <li>• have an understanding of methods of experimental and numerical combustion analysis</li> <li>• are capable of entering university as well as industrial research and development in current topics of energy engineering</li> <li>• are familiar with the development in the field of applicative and engineered combustion systems</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Basic knowledge of thermodynamics and fluid mechanics is recommended. Also suitable for students in other disciplines (chemistry, physics, mathematics, mechanical engineering, mechatronics, computational engineering).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Verbrennungen und thermische Strömungsmaschinen (VTS) Master of Science Energietechnik 20222<br>Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|    |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>                  | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Warnatz, J., Maas, U., Dibble, R. "Verbrennung", 3. Auflage, Springer-Verlag, 2001</li> <li>• Warnatz, J., Maas, U., Dibble, R. "Combustion", 4th Edition, Springer-Verlag, 2006</li> <li>• Joos, F. "Technische Verbrennung", Springer-Verlag, 2006</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                                                                                              |               |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>42935 | <b>Optical diagnostics in energy and process engineering</b><br>no english module name available for this module                                             | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (2 SWS)<br>Übung: Exercise in Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (2 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Franz Huber<br>Prof. Dr.-Ing. Stefan Will                                                                                                           |               |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
|---|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Simon Aßmann<br>Dr.-Ing. Franz Huber<br>Prof. Dr.-Ing. Stefan Will                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <b>Introduction to conventional and novel optical techniques to measure state and process functions in thermodynamical systems:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Properties of light; properties of molecules; Boltzmann distribution</li> <li>• Geometric optics and optical devices</li> <li>• Lasers (HeNe, Nd:YAG, dye, frequency conversion); continuous wave and pulsed lasers</li> <li>• Photoelectric effect; photodetectors (photomultiplier, photodiode, CCD, CMOS, image intensifier); digital image processing; image noise and resolution</li> <li>• Shadowgraphy and Schlieren techniques (flow and mixing)</li> <li>• Elastic light scattering (Mie scattering, Rayleigh thermometry, nanoparticle size and shape, droplet sizing)</li> <li>• Raman scattering (species concentration, temperature, diffusion)</li> <li>• Incandescence (thermal radiation, temperature fields, pyrometry, particle sizing)</li> <li>• Velocimetry (flow fields, velocity)</li> <li>• Absorption (temperature, pressure, species, concentration)</li> <li>• Fluorescence and phosphorescence (temperature, species, concentration)</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Students gain technical and technological skills in the field of optical techniques for the measurement of state and process variables in thermodynamic / energy processes and the investigation of these processes. They</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are familiar with the state of the art and latest developments in optical measurement techniques applied in thermodynamics / energy processes</li> <li>• can assess the applicability of measurement techniques in different environments</li> <li>• can apply different optical measurement techniques in thermodynamic processes and design experiments</li> <li>• can evaluate data gained from optical measurement techniques and assess the quality of data</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• know interdisciplinary approaches in the fields of optics, thermodynamics, heat and mass transfer and fluid mechanics</li> <li>• are qualified to perform applied and fundamental research and development tasks in industry and at university in the field of optical measurement techniques for thermodynamic / energy processes</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Basics in thermodynamics and fluid mechanics. Students of other subjects (Chemical- and Bioengineering, Mechanical Engineering, Life Science Engineering, Energy Technology, Computational Engineering) can participate.                                                                                                                                                               |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Verbrennungen und thermische Strömungsmaschinen (VTS) Master of Science Energietechnik 20222<br>Wahlmodul aus den Modulen der technischen und naturwissenschaftlichen Fakultät Master of Science Energietechnik 20222                                                                               |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture Slides</li> <li>• Bräuer, Andreas: In situ Spectroscopic Techniques at High Pressure, Amsterdam 2015</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                       |

|   |                                  |                                                                                                                    |               |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97248 | <b>Prozess- und Temperaturmesstechnik</b><br>Process and temperature metrology                                     | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Prozess- und Temperaturmesstechnik (2 SWS)<br>Übung: Prozess- und Temperaturmesstechnik - Übung (2 SWS) | -<br>-        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte                                                                                       |               |

|   |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturmesstechnik: Messgröße Temperatur: (thermodynamische Temperatur, Symbole, Einheiten, Neudefinition der SI Einheiten, Temperatur als intensive Größe, Prinzip eines Messgerätes, direkte Messung und Voraussetzungen, indirekte Temperaturmessung und Voraussetzungen, Überblick primäre Temperaturmessverfahren, unmittelbar und mittelbare Temperaturmessung) Prinzipielle Einteilung der Temperaturmessverfahren, Temperaturskalen: praktische Temperaturskalen (Tripelpunkte, Schmelz- und Erstarrungspunkte), klassische Temperaturskalen (Benennung und Fixpunkte), ITS 90 (Bereich, Fixpunkte, Interpolationsinstrumente) Grundlagen der Temperaturmessung mit Berührungsthermometer<br/>Mechanische Berührungsthermometer<br/>Widerstandsthermometer (Pt100, NTC, PTC, Kennlinie, Messschaltungen) Thermoelemente (Grundlagen, Aufbau, Vergleichsstelle, Bauformen) Spezielle Temperaturmessverfahren (Rauschtemperaturmessung, Quarz-Thermometer) Strahlungsthermometer (Grundlagen, Prinzip, Schwarzer Strahler)</li> <li>• Wägetechnik: Messgrößen Masse und Gewicht, Prototypen, Rückführung und Masseableitung, Neudefinition des kg, Einflüsse auf Massenmessung, Balkenwaagen, Federwaagen, Elektromagnetische Kraftkompensationswaage, Komparatoren</li> <li>• Messen der Dichte: Messgröße Dichte, Einteilung der Dichtemessverfahren, Messverfahren für feste, flüssige und gasförmige Stoffe</li> <li>• Messen des Druckes: Messgröße Druck, Einteilung der Druckmessverfahren, Druckwaagen, Flüssigkeitsmanometer und Barometer, federelastische Druckmessgeräte, Druckmessumformer, Druckmittler, piezoelektrische Druckmessgeräte</li> <li>• Messen des Durchflusses: Messgröße Durchfluss, Einteilung der Durchflussmessverfahren, Volumetrische Messverfahren, Massendurchflussmessung</li> <li>• Messen des Füllstandes und Grenzstandes: Grundlagen (Messgrößen Füllstand und Grenzstand, Behälter, Einteilung), Messverfahren</li> </ul> |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messen der Feuchte: Grundlagen (Messgröße Feuchte), Gasfeuchtemessung, Materialfeuchtemessung</li> </ul> <p><b>Content:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperature measurement: Measure "temperature (thermodynamic temperature, symbols, units, temperature and intensive quantity, principle of a measuring instrument, and direct measurement conditions, indirect temperature measurement and conditions Overview primary temperature measurement methods, direct and indirect temperature measurement) Basic classification of temperature measurement methods Temperature scales: practical temperature scales (triple points, melting and solidification points), classical temperature scales (naming and fixed points), ITS 90 (range, fixed points, interpolating instruments) Mechanical contact thermometers Resistance thermometer (Pt100, NTC, PTC, characteristic, measurement circuits) Thermocouples (foundations, structure, junction, mounting positions) Special methods of temperature measurement (noise temperature measurement, quartz thermometer) Pyrometer Static and dynamic thermal sensors</li> <li>• Weighing technology: Mass and weight, prototypes, traceability of mass, new definition of the kg, influences on mass measurement, beam balances, spring scales, electromagnetic force compensation, comparators</li> <li>• Measurement of density: Measurand density, Classification of density measurement methods, measurement procedures for solid, liquid and gaseous substances</li> <li>• Measurement of pressure: Measurand pressure, Classification of pressure measuring method, Pressure balances Liquid manometers and barometers, Resilient pressure gauges, Pressure transmitters, Diaphragm seals, Piezoelectric pressure gauge</li> <li>• Measurement of flow: Measurand flow, Classification of flow measurement methods, Volumetric measurement methods, Mass flow measurement</li> <li>• Measurement of filling level and limit state: Fundamentals (Measurands filling level and limit state, tanks, classification), Measuring methods</li> <li>• Measurement of humidity: Fundamentals (Measurand humidity), Gas humidity measurement, Material humidity measurements</li> </ul> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Prozessmesstechnik.</li> <li>• Die Studierenden können Messaufgaben, die Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben.</li> </ul> <p>Verstehen</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können Messergebnissen und der zugrundeliegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren.</li> <li>Die Studierenden verstehen die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von nicht-geometrischen Prozessgrößen.</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können Messaufgaben in den genannten Bereichen analysieren und beurteilen.</li> <li>Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich Prozessmesstechnik bewerten.</li> <li>Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Prozess- und Temperaturmesstechnik eigenständig auswählen.</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben übertragen.</li> </ul> </li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Der Besuch der Grundlagen-Vorlesungen [Grundlagen der Messtechnik] (GMT) wird empfohlen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Verbrennungen und thermische Strömungsmaschinen (VTS) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 ISBN 978-3-446-42736-5</li> <li>Bernhard, Frank: Technische Temperaturmessung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2004 ISBN 3-540-62672-7</li> <li>Freudenberger, Adalbert: Prozeßmeßtechnik. Vogel Buchverlag, 2000 ISBN 978-3802317538</li> <li>Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

- |  |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010</li></ul> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

\*Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik\*

- |  |                                                                                                                                                                                     |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präzision überall]<a href="http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0">http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0</a></li></ul> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |                                  |                                             |               |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45445 | <b>Turboverdichter</b><br>Turbo compressors | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Turboverdichter (0 SWS)   | 2 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | apl.Prof.Dr. Stefan Becker                  |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | apl.Prof.Dr. Stefan Becker                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Im Rahmen des Lehrfaches soll aufbauend auf den Grundlagen der Gasdynamik kompressibler Strömungen ein Grundverständnis für das Betriebsverhalten und die Anwendung von Turboverdichtern und Turbinen vermittelt werden. Entwurf und Auslegung der Turboverdichter nach Größe, Leistung und Betriebsbedingungen, sowie ihre Schallabstrahlung werden behandelt.</p> <p>Inhalte</p> <p>Grundlagen kompressibler Strömungen/Gasdynamik<br/> Verdichterbauarten Verdichterantriebsleistung Stufenzahl- und Drehzahlfestlegung Verdichterwirkungsgrade Turboverdichter-Kennfelder Entwurf von Radial- und Diagonalverdichterstufen Axialverdichter/Axialturbinen Auslegung der Nachleiteinrichtung<br/> Besondere Betriebsbedingungen Schallabstrahlung und Lärmbekämpfung Turbolader</p> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlernen die Grundlagen in der Behandlung von kompressiblen Strömungen einschließlich der Gasdynamik für Turbomaschinen</li> <li>• erlangen ein Grundverständnis für das Betriebsverhalten</li> <li>• verstehen und erklären die Anwendung verschiedener Turboverdichteranlagen u.a. Turbolader</li> <li>• können entsprechend verschiedener Anwendungen Laufräder von Turboverdichter in ihren Grundabmessungen auslegen</li> <li>• gestalten und berechnen selbständig einen Laufradentwurf</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Verbrennungen und thermische Strömungsmaschinen (VTS) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|    |                                         |                                                                                                                                                                                                                    |
|----|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                                                                                                                                                                                         |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                                                                                                                            |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrbuch: Grundlagen der Strömungsmechanik, Durst</li> <li>• Lehrbuch: Thermische Turbomaschinen, Traubel</li> <li>• Vorlesungsskript: Turboverdichter, Becker</li> </ul> |

# Modulgruppe Umweltschutz (US)

|   |                                  |                                                                                                                                      |                 |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96509 | <b>Digitalisierung in der Energietechnik</b><br>no english module name available for this module                                     | <b>5 ECTS</b>   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übung Digitalisierung in der Energietechnik (0 SWS)<br><br>Vorlesung: Vorlesung Digitalisierung in der Energietechnik (2 SWS) | -<br><br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Dominik Müller<br>Thomas Plankenbühler<br>Simon Markthaler                                                                  |                 |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
|---|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Im Rahmen des Moduls wird den Studierenden das Themenfeld der Digitalisierung in der Energietechnik nähergebracht. Hierfür wird in einer sehr praxisbezogenen Ausgestaltung der Lehrveranstaltungen das notwendige Fachwissen für die Vernetzung von Industriesteuerungen und die Datenarchivierung und -Visualisierung vermittelt. Schließlich folgt eine Einführung in die Anwendung von KI-Paketen mittels der Programmiersprache Python.</p> <p>Teil 1 - Einführung / Grundlagen der Mess- und Regelungstechnik<br/> Teil 2 - Grundlagen von SPS-Steuerungen (Historie, Aufbau, Funktion, Programmierung), Aufbau Anlagennetz<br/> Teil 3 - Kommunikationsprotokolle (OPC, OPC-UA, Modbus, CAN. etc.)<br/> Teil 4 - Einführung in SQL<br/> Teil 5 - Regelungskonzept für industrielle Anlagen (Beispiel "Feuerungs-Leistungsregelung")<br/> Teil 6 - Visualisierung &amp; HMI<br/> Teil 7 - Einführung in die KI / Grundlagen Datenmanagement und Explorativer Datenanalyse<br/> Teil 8 - Explorative Datenanalyse und Data Mining<br/> Teil 9 - Machine Learning und einfache Prognosemodelle<br/> Teil 10 - Deep Learning und Neuronale Netze<br/> Teil 11 - Einführung in IT-Sicherheit<br/> Teil 12 - Ausblick in aktuelle Themen des Lehrstuhls /<br/> Zusammenfassung / Fragerunden</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermittlung von stark praxisbezogenem Wissen als Einstieg in den Themenkomplex der Digitalisierung</li> <li>• Überwinden der Berührungsängste vor den stark informatiklastigen Querschnittsthemen</li> <li>• Verstehen von Sorgen und Nöten von beteiligtem Personal (Anlagenautomatisierer, IT-Beauftragte, Anlagenfahrer bis hin zur Geschäftsführung) als Einstieg in die Planung und Abwicklung von Digitalisierungsprojekten</li> <li>• Erlernen von Grundlagen in Anlagenkommunikation, Datenspeicherung und Python(KI-Paketen)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |

|    |                                          |                                                                      |
|----|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                          |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Modulgruppe Umweltschutz (US) Master of Science Energietechnik 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel                                                             |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)                                                      |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                             |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                           |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                              |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                  |

|   |                                  |                                                                                     |               |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47790 | <b>Energiewirtschaft und Umweltrecht</b><br>Energy management and environmental law | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Vorlesung Energiewirtschaft und Umweltrecht (3 SWS)                      | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Julian Nix<br>Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl                                            |               |

|   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Im Rahmen des Moduls werden aktuelle Problemstellungen der Energiewirtschaft und der Umweltgesetzgebung behandelt. Insbesondere werden im ersten Teil die Kosten verschiedener Konzepte und Technologien zur Energieversorgung verglichen und diskutiert:</p> <p>Teil 1: Energieversorgung des 21. Jahrhunderts</p> <p>Grundlagen der konventionellen Strom- und Wärmeerzeugung</p> <p>Wirtschaftliche Rahmenbedingungen der Energiewandlung</p> <p>Finanzierungsmodelle für die Energiewirtschaft</p> <p>Der zweite Teil befasst sich mit den gesetzlichen Rahmenbedingungen der Energiewirtschaft:</p> <p>Teil 2: Gesetzliche Rahmenbedingungen</p> <p>Umweltrechtliche Rahmenbedingungen</p> <p>(Bundesimmissionsschutzgesetze und Verordnungen, TA Luft, Emissionshandel, Energieeinsparverordnung, Umweltverträglichkeitsprüfung)</p> <p>Förderpolitische Maßnahmen (EEG, KWK-Gesetz, Ökosteuern, Energiewirtschaftsgesetz)</p> <p>Richtlinien zum Netzbetrieb (DVGW-Richtlinien, Einspeiseverordnung, Verbändevereinbarung)</p> <p>Im dritten Teil werden Szenarien für eine künftige Energiewirtschaft diskutiert:</p> <p>Teil 3 Szenarien für die künftige Energieversorgung</p> <p>Netze und Versorgungssicherheit</p> <p>Speichertechnologien</p> <p>Virtuelle Kraftwerke</p> <p>Darüber hinaus wird eine dynamische Wirtschaftlichkeitsrechnung (Liquiditätsplanung) für eine Energieversorgungsanlage anhand eines selbstgewählten Beispiels durchgeführt und präsentiert. Zudem wird anhand konkreter Aufgabenstellungen mit Gesetzestexten (z.B. Ermittlung von Emissionsgrenzwerten) geübt. Die Studierenden erlernen die wirtschaftliche Beurteilung verschiedener Optionen zur Energieversorgung und den Umgang mit den für die Energiewirtschaft relevanten Gesetzestexten.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können verschiedene Optionen zur Energieversorgung wirtschaftlich beurteilen</li> <li>• können mit den für die Energiewirtschaft relevanten Gesetzestexten umgehen</li> <li>• können unterschiedliche Szenarien für die künftige Energieversorgung erläutern</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |

|    |                                          |                                                                                                                                             |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• können eine dynamische Wirtschaftlichkeitsrechnung selbständig durchführen</li> </ul>              |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                       |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                 |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Umweltschutz (US) Master of Science Energietechnik 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                                                                   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                            |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                       |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                                    |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester                                                                                                                                  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch                                                                                                                                     |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | keine Literaturhinweise hinterlegt!                                                                                                         |

|   |                                  |                                                                                 |               |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45430 | <b>Maschinenakustik</b><br>Machine acoustics                                    | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Maschinenakustik (0 SWS)<br>Übung: Übung zu Maschinenakustik (0 SWS) | -<br>-        |
| 3 | Lehrende                         | apl.Prof.Dr. Stefan Becker                                                      |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | apl.Prof.Dr. Stefan Becker                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsätze der technischen Lärmbekämpfung</li> <li>• Größen, Grundbegriffe, Phänomene der technischen Akustik</li> <li>• Grundlagen des Luftschalls</li> <li>• Grundlagen des Körperschalls</li> <li>• Geräuscentstehung in Maschinen und Anlagen</li> <li>• Mechanische Geräuschquellen</li> <li>• Strömungsakustik</li> <li>• Strömungsakustische Multipole</li> <li>• Strahl- und Rotorlärm</li> <li>• Fluid-Struktur-Akustik Interaktion</li> <li>• Numerische Berechnungsverfahren</li> <li>• Grundprinzipien der Gestaltung lärmarmen Produkte und Anlagen</li> </ul> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen und anwenden die Grundlagen und die Theorie des strömungs- und strukturinduzierten Schalls</li> <li>• verstehen für die Industrie relevante Fragen der Lärmbekämpfung</li> <li>• erarbeiten Lösungen zur Lärminderung</li> <li>• können experimentelle und numerische Verfahren in der Behandlung der strömungs- und strukturinduzierten Schalls einsetzen</li> </ul>                                                                                                                                                                        |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Modul: Strömungsmechanik (Empfehlung)<br>Modul: Technische Akustik (Empfehlung)<br>Modul: Thermodynamik (Empfehlung)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Umweltschutz (US) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|    |                                         |                                     |
|----|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                          |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                             |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | keine Literaturhinweise hinterlegt! |

|   |                                  |                                                                              |               |
|---|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>52592 | <b>Quantitative methods in energy market modelling</b>                       | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Quantitative Methods in Energy Market Modelling (3 SWS) | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Karl Gregor Zöttl                                                  |               |

|   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Karl Gregor Zöttl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>It is the purpose of the course to understand and quantitatively analyse the economic interaction of the players and institutions in liberalized energy markets.</p> <p>Liberalized electricity markets can be segmented in a regulated part (the networks) and the non-regulated parts (generation and retail) where private companies interact in a market environment. The interaction of the different agents is analysed with computational equilibrium frameworks based the concepts applied in industrial organization. Next to the fundamental understanding of the relevant market interaction, the models allow for a quantitative analysis of proposals for the design of energy markets. The participants thus develop the tools for an autonomous assessment of currently discussed policies in liberalized electricity markets (e.g. changed support schemes for renewables, changed network tariff systems, impact of capacity markets).</p> <p>The course aims at students in the field of economics /business as well as students in the fields of engineering and mathematics. An integral part of the course id formed by homework assignments conducted in groups. The ability to cooperate also beyond the classical limits of each discipline is an important qualification for the students careers, which should be stimulated in the context of this course.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• develop a clear picture of the relevant market participants in liberalized electricity markets and understand their incentives and objectives</li> <li>• learn fundamental concepts and models which allow to analyze the interaction at those markets</li> <li>• get to know important publically available data sources which allow for a quantitative analysis of the market situations considered</li> <li>• know the current challenges when designing those markets and can quantitatively analyze the solutions proposed in the current policy debate.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>The students should be familiar with the mathematical methods acquired during their Bachelor degree.</p> <p>Institutional knowledge of electricity markets is not required.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|    |                                         |                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                         | Modulgruppe Umweltschutz (US) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                      |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur schriftlich                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (80%) schriftlich (20%)                                                                                                                                                                                           |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester                                                                                                                                                                                                     |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h                                                                                                                                                                                  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch                                                                                                                                                                                                                  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Daniel Kirschen and Goran Strbac: Power System Economics, Wiley 2004. Steven Stoft: Power System Economics, Wiley 2002. Wolfgang Ströbele, Wolfgang Pfaffenberger, Michael Heuterkes: Energiewirtschaft, Oldenbourg 2010. |

|   |                                  |                                                                                                   |               |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45435 | <b>Strömungsakustik</b><br>Aeroacoustics                                                          | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Strömungsakustik (0 SWS)<br>Vorlesung: Strömungsakustik / Aeroacoustics (2 SWS) | -<br>3 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | apl.Prof.Dr. Stefan Becker                                                                        |               |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | apl.Prof.Dr. Stefan Becker                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• strömungsmechanische Grundlagen (Grundgleichungen, Turbulenz, Wirbelstärke, Kompressible Strömungen)</li> <li>• Akustik (Wellengleichung, Greensche Funktion, Monopol, Dipol und Quadrupole)</li> <li>• Akustische Analogie (Lighthill-Analogie, Curle-Theorie, Vortex-schall, APEGleichungen)</li> <li>• Aeroakustische Messverfahren und Messeinrichtungen</li> <li>• Hybride numerische CAA-Verfahren</li> <li>• Anwendungen: Tonaler Schall: Zylinder</li> <li>• Breitbandlärm: Stufe Freistrahllärm, Tragflügelärm, Turbomaschinen</li> <li>• Windenergieanlagen, Akustik der menschlichen Stimme</li> <li>• Beurteilung der Schallwahrnehmung</li> </ul> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen und erklären die Grundlagen der strömungsinduzierten Schallabstrahlung und deren Einfluss auf den Menschen</li> <li>• erhalten in der Verbindung von Strömungsmechanik, Strukturmechanik und Akustik Kompetenzen in der Behandlung komplexer physikalischer Systeme</li> <li>• können experimentelle und numerische Verfahren zur Lösung aeroakustischer Probleme anwenden</li> <li>• analysieren sehr aktuelle Fragestellungen und Anwendungen, die sich von der Medizintechnik über die Fahrzeugakustik, Prozessanlagen bis hin zur Akustik von Windenergieanlagen erstrecken</li> </ul>                                   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Energietechnisches Wahlmodul Master of Science Energietechnik 20152<br>Modulgruppe Umweltschutz (US) Master of Science Energietechnik 20222                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|    |                                             |                                                                                                                                                                                |
|----|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                                                                                                                        |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                                                                                                                                                                     |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                                                                                                                                                        |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrbuch: Grundlagen der Strömungsmechanik, Franz Durst</li> <li>• Vorlesungsskript: Strömungsakustik, Kaltenbacher/Becker</li> </ul> |