

**Masterstudiengang  
Elektrotechnik und Informations-  
technik**

**PO 13**

**Modulhandbuch**

**Studienschwerpunkt Elektromobilitätssysteme**



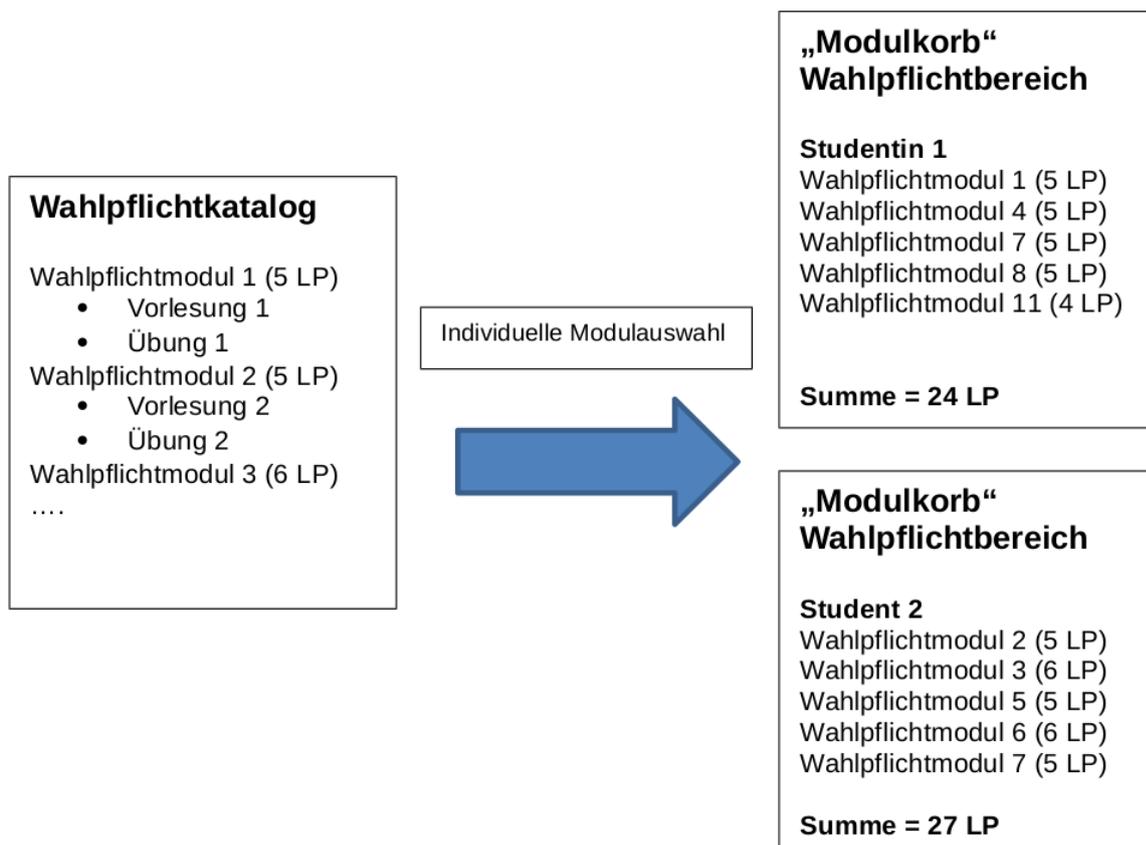
## Erläuterung zum Wahlpflichtbereich des Studiengangs

Bei dem Wahlpflichtbereich handelt es sich jeweils um einen „Modulkorb“, der sich aus verschiedenen Modulen zusammensetzt. Die wählbaren Module sind im Wahlpflichtkatalog zusammengestellt. Die Studierenden können mit ihrer konkreten Auswahl eigene Schwerpunkte setzen.

Die Leistungspunkte (LP) jedes einzelnen Moduls werden den Studierenden nach der bestandenen Modulprüfung gutgeschrieben. Jedes einzelne Modul kann dabei innerhalb eines Semesters abgeschlossen werden.

Der Wahlpflichtbereich, also der Modulkorb, ist abgeschlossen, wenn die Studierenden Module aus dem zugehörigen Wahlpflichtkatalog im angegebenen Umfang abgeschlossen haben.

Die nachfolgende Grafik verdeutlicht diese Zusammenhänge:





# Inhaltsverzeichnis

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Module</b>   | <b>3</b>  |
| 1.1      | Master-Praktikum EMOB   | 4         |
| 1.2      | Master-Seminar EMOB   | 5         |
| 1.3      | Master-Startup ETIT   | 6         |
| 1.4      | Masterarbeit ETIT   | 7         |
| 1.5      | Nichttechnische Wahlfächer  | 8         |
| 1.6      | Pflichtfach 1 EMOB  | 9         |
| 1.7      | Pflichtfach 2 EMOB  | 11        |
| 1.8      | Pflichtfach 3 EMOB  | 13        |
| 1.9      | Pflichtfach 4 EMOB  | 15        |
| 1.10     | Pflichtfach 5 EMOB  | 16        |
| 1.11     | Pflichtfach 6 EMOB  | 17        |
| 1.12     | Wahlfächer  | 18        |
| 1.13     | Wahlpflichtfächer EMOB  | 19        |
| <b>2</b> | <b>Veranstaltungen</b>  | <b>20</b> |
| 2.1      | 141062: Analoge Schaltungstechnik                                     | 21        |
| 2.2      | 141079: Beherrschung von Unsicherheiten im Übertragungsnetzbetrieb    | 23        |
| 2.3      | 141042: Digitale Signalverarbeitung                                   | 25        |
| 2.4      | 141407: Einführung in die Elektromobilität                            | 27        |
| 2.5      | 141083: Elektrische Antriebe  | 29        |
| 2.6      | 141085: Elektrische Bahnen  | 31        |
| 2.7      | 141064: Elektromagnetische Verträglichkeit                            | 33        |
| 2.8      | 141405: Energiespeichersysteme  | 35        |
| 2.9      | 138490: Fahrzeugdynamik   | 37        |
| 2.10     | 141106: freie Veranstaltungswahl                                      | 38        |
| 2.11     | 141088: Geregelt leistungselektronische Stellglieder                  | 39        |
| 2.12     | 135270: Grundlagen des Kraftfahrzeug-Antriebsstrangs                  | 41        |
| 2.13     | 141084: Induktionsmaschinenregelung                                   | 43        |
| 2.14     | 141089: Intelligente Netze  | 45        |
| 2.15     | 141408: Ladeeinrichtungen der Elektromobilität                        | 47        |
| 2.16     | 142081: Master-Praktikum Leistungselektronik und Energiesystemtechnik | 49        |
| 2.17     | 142083: Master-Praktikum Regenerative Elektrische Energietechnik      | 51        |
| 2.18     | 143081: Master-Seminar Energiesystemtechnik                           | 53        |
| 2.19     | 143000: Master-Seminar Moderne Verfahren der Regelungstechnik         | 55        |
| 2.20     | 140003: Master-Startup ETIT   | 56        |
| 2.21     | 144101: Masterarbeit ETIT   | 57        |
| 2.22     | 141400: Mechatronische Antriebssysteme                                | 58        |

## INHALTSVERZEICHNIS

---

|      |   |    |
|------|---|----|
| 2.23 | 141006: Mehrgrößensysteme und digitale Regelung . . . . . | 60 |
| 2.24 | 141011: Nichtlineare Regelungen . . . . .                 | 62 |
| 2.25 | 141105: Nichttechnische Veranstaltungen . . . . .         | 64 |
| 2.26 | 141403: Regenerative elektrische Energietechnik . . . . . | 66 |
| 2.27 | 141007: Systemdynamik und Reglerentwurf . . . . .         | 67 |

# Kapitel 1

## Module

## 1.1 Master-Praktikum EMOB

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 149461   |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis                       |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>   | Mindestens 90 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen) |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | $\geq 3$   |
| <b>Semester:</b>         | 1.-3. Semester (MaET)  |
| <b>Dauer:</b>            | 1 Semester   |

### Veranstaltungen:

|  |              |
|--|--------------|
| 142081: Master-Praktikum Leistungselektronik und Energiesystem-<br>technik | 3 SWS (S.49) |
| 142083: Master-Praktikum Regenerative Elektrische Energietechnik           | 3 SWS (S.51) |

**Ziele:** Die Studierenden sind befähigt, in einem kleinen Team Aufgaben aus dem Bereich des Studienschwerpunkts zu lösen und die Ergebnisse in ingenieurwissenschaftlicher Weise zu dokumentieren. Sie können gezielt Methoden der strukturierten Analyse anwenden und deren Wirkung analysieren.

**Inhalt:** Das Modul besteht aus einem Praktikum oder einem Projekt.

In einem Praktikum werden fortgeschrittene Themen des Studienschwerpunkts in einzelnen praktischen Versuchen behandelt. In einem Projekt werden komplexe Themen eigenständig im Verlauf eines Semesters bearbeitet.

**Prüfungsform:** Praktikum oder Projektarbeit

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** siehe Lehrveranstaltungen

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 0 / 84

## 1.2 Master-Seminar EMOB

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 149463   |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis                       |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>   | Mindestens 90 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen) |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | $\geq 3$   |
| <b>Semester:</b>         | 1.-3. Semester (MaET)  |
| <b>Dauer:</b>            | 1 Semester   |

### Veranstaltungen:

|   |       |        |
|---|-------|--------|
| 143081: Master-Seminar Energiesystemtechnik                   | 3 SWS | (S.53) |
| 143000: Master-Seminar Moderne Verfahren der Regelungstechnik | 3 SWS | (S.55) |

**Ziele:** Die Studierenden sind befähigt, selbständig Literatur zu einem gegebenen Thema zu sichten, die wesentlichen Inhalte zu erfassen und diese wiederzugeben. Sie haben die Schlüsselqualifikationen zur Präsentation ihrer Ergebnisse: sowohl die schriftliche Ausarbeitung eines Themas, als auch Präsentationstechniken und rhetorische Techniken.

**Inhalt:** Themen aus dem Umfeld der Elektromobilität werden in Vorträgen dargestellt. Die Studierenden halten jeweils einen Vortrag, hören die Vorträge der anderen Studierenden und diskutieren die Inhalte miteinander. Dabei geht es nicht um die reine Wissensvermittlung, sondern das Erlernen des wissenschaftlichen Diskurses. Daraus resultiert eine Anwesenheitspflicht an der zu Beginn des Seminars festgelegten Anzahl von Einzelterminen.

**Prüfungsform:** Seminarbeitrag

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** siehe Lehrveranstaltungen

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 0 / 84

## 1.3 Master-Startup ETIT

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 149876   |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Studiendekan ETIT                                    |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>   | Keine Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen) |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 1  |
| <b>Semester:</b>         | 1., 2. oder 3. Semester                              |

### Veranstaltungen:

140003: Master-Startup ETIT 2 SWS (S.56)

**Ziele:** Erleichterung des Einstiegs in das Studium; Vernetzung der Studierenden untereinander; Einsicht in Berufsbilder, Karrieremöglichkeiten etc.

**Inhalt:** Studienbegleitende Informationen, Exkursionen, Vorträge etc.

**Prüfungsform:** Es handelt sich um eine freiwillige Zusatzveranstaltung.

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 0 / 84

## 1.4 Masterarbeit ETIT

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 149826   |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Studiendekan ETIT                                  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>   | 900 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen) |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 30   |
| <b>Semester:</b>         | 4. Semester (MaET)                                 |
| <b>Dauer:</b>            | 6 Monate   |

### Veranstaltungen:

144101: Masterarbeit ETIT (S.57)

**Ziele:** Die Teilnehmer sind mit Arbeitsmethoden der wissenschaftlichen Forschung und der Projektorganisation vertraut. Ihre fortgeschrittenen Kenntnisse und Arbeitsergebnisse können sie verständlich präsentieren.

**Inhalt:** Weitgehend eigenständige Lösung einer wissenschaftlichen Aufgabe unter Anleitung. Teilnahme an 5 Kolloquiumsvorträgen über die Ergebnisse von Masterarbeiten in der Fakultät ET & IT. Präsentation der eigenen Ergebnisse der Masterarbeit im Kolloquium.

**Prüfungsform:** Abschlussarbeit

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiches Bestehen der Abschlussarbeit.

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 30 / 84

## 1.5 Nichttechnische Wahlfächer

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Nummer:</b>           | 149827  |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Studiendekan ETIT   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>   | Mindestens 150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen) |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | $\geq 5$  |
| <b>Semester:</b>         | 1.-3. Semester (MaET)   |
| <b>Dauer:</b>            | 1 Semester  |

### Veranstaltungen:

141105: Nichttechnische Veranstaltungen (S.64)

**Ziele:** Innerhalb des Moduls setzen die Studierenden entsprechend ihrer Interessen verschiedene Schwerpunkte. Dafür steht Ihnen das breite Angebot der ganzen Universität zur Verfügung. Sie beherrschen entsprechend ihrer Auswahl verschiedene Schlüsselqualifikationen.

**Inhalt:** Die nichttechnischen Wahlfächer erweitern die Soft Skills. Z.B. wird die englische Fachsprache verbessert, in die Grundlagen der Rechtswissenschaften eingeführt oder Grundkenntnisse der Betriebswirtschaft vermittelt. Bei der Auswahl haben die Studierenden die Möglichkeit eine Auswahl entsprechend der eigenen Interessen zu treffen.

**Prüfungsform:** siehe Lehrveranstaltungen

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** siehe Lehrveranstaltungen

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 0 / 84

## 1.6 Pflichtfach 1 EMOB

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 149407   |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis             |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>   | 150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen) |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 5  |
| <b>Semester:</b>         | 1., 2. oder 3. Semester (MaET)                     |
| <b>Dauer:</b>            | 1 Semester   |

### Veranstaltungen:

141407: Einführung in die Elektromobilität 4 SWS (S.27)

**Ziele:** Die Studierenden verfügen über ein **systemorientiertes und interdisziplinäres Wissen** über Technologien zur Elektromobilität. Sie und beherrschen das Funktionsprinzip und kennen das Betriebsverhalten sowie Teilsystemmodelle der Energieumwandlungssysteme, Speichersysteme und Ladeeinrichtungen. Sie **kombinieren die Modelle der Teilsysteme applikationsspezifisch** zu einem Gesamtsystemmodell und **analysieren die Wechselwirkungen** zwischen den Teilsystemen. Daraus leiten sie Verbesserungen der Systemstruktur ab und vermeiden unerwünschte Nebenwirkungen wie z.B. zu starke Oszillationen im Antriebsstrang oder störende Netzrückwirkungen beim Laden von Elektrofahrzeugen. Im Umfeld der Fahrzeugaufladung kennen und nutzen sie **Methoden der digitalen Kommunikation**, sowohl zwischen Ladestation und Fahrzeug zur Steuerung des Ladevorgangs als auch zu überlagerten IT-Strukturen. Sie beherrschen die damit erschlossenen Möglichkeiten des strukturierten Ladens vieler Elektrofahrzeuge durch intelligentes Lastmanagement sowie der Abrechnung der Kosten eines Ladevorgangs. Sie **kommunizieren erfolgreich** mit Experten und Anwendern in verschiedensten Wissensgebieten und verfügen über die Fähigkeit, ihr Wissen im Studium weiter zu vertiefen sowie im beruflichen Umfeld erfolgreich anzuwenden.

**Inhalt:** Der Elektromobilität wird eine tragende Rolle im Rahmen der Bestrebungen zugesprochen, eine globale Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes zu erreichen. Die Vorlesung vermittelt das Wissen, welches zur Gestaltung und Beurteilung der Elektromobilität erforderlich ist. Dazu wird zunächst eine Übersicht zur Technologie und historischen Entwicklung der Elektromobilität gegeben. Darauf aufbauend wird das Funktionsprinzip und Betriebsverhalten von elektrisch-mechanischen Antriebssystemen, Energiespeichern und Ladeeinrichtungen in konsequent systemorientierter Weise beschrieben. Möglichkeiten zur Netzintegration der Elektromobilität sowie Abrechnungsmodelle werden vorgestellt, denn sie bilden eine grundlegende Voraussetzung für eine breite Nutzung der Elektromobilität. Methoden der digitalen Kommunikation erschließen die Steuerung des Ladevorgangs, des Lastmanagements zum strukturierten Laden vieler Elektrofahrzeuge sowie die Abrechnung der Kosten von Ladevorgängen. Abschließend wird die Integration der Teilsysteme im Gesamtsystem eines Elektromobils behandelt. Die resultierende Gesamtsystembeschreibung ermöglicht die Analyse der Wechselwirkungen der Teilsysteme untereinander und mit der Umgebung des Elektromobils.

**Prüfungsform:** Klausurarbeit (60 Minuten)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiches Bestehen der Modulklausur.

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 5 / 84

## 1.7 Pflichtfach 2 EMOB

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 149408   |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis             |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>   | 150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen) |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 5  |
| <b>Semester:</b>         | 1., 2. oder 3. Semester (MaET)                     |
| <b>Dauer:</b>            | 1 Semester   |

### Veranstaltungen:

141405: Energiespeichersysteme

4 SWS (S.35)

**Ziele:** Die Studierenden **kennen die Eigenschaften, Möglichkeiten und Grenzen** der wesentlichen Systeme zur Speicherung von Energie und verfügen über geeignete Beschreibungsformen und Modelle der Speichersysteme und deren Teilsysteme. Sie wählen je nach Anwendungsfall unter Berücksichtigung von technischen und ökonomischen Randbedingungen das **sinnvollste Speichersystem** aus und **dimensionieren die Komponenten** des Speichersystems. Sie **kombinieren Speichersysteme** unter Berücksichtigung der dynamischen und stationären Eigenschaften. Sie beherrschen herausfordernde Szenarien wie Speicher im Umfeld stochastisch fluktuierender Energiequellen (typisch für einige regenerative Energiequellen) sowie im Umfeld emissionsarmer Verkehrssysteme (Hybrid-Fahrzeugtechnologie).

**Inhalt:** Die Vorlesung des Moduls befasst sich mit **unterschiedlichen Speicherarten** für chemische, potentielle, kinetische und thermische Energie und deren Einsatz in energietechnischen Systemen. Aufbauend auf den physikalischen Grundlagen der Speicherarten wird auf deren Funktionsprinzip eingegangen. Hieraus wird das **Betriebsverhalten** anhand von Kennlinien abgeleitet, um mit Hilfe von Ersatzschaltbildern und **mathematischen Modellen** das Verhalten der unterschiedlichen Speichersysteme modellieren zu können.

- Zur **Speicherung elektrochemischer Energie** werden verschiedene Arten von Akkumulatoren behandelt. Dabei wird auf die unterschiedlichen elektrochemischen Vorgänge der Akkumulatorenarten eingegangen.
- Pumpspeicher dienen als **Speicher potentieller Energie** und unterscheiden sich stark, in Abhängigkeit von den morphologischen Gegebenheiten des Standorts. Neben den elektrischen Teilsystemen, wie Generatoren und Motoren, werden auch die hydraulischen Teilsysteme, wie Rohrleitungssysteme und Pumpen, erläutert. Abschließend wird auf die Regelung der Turbinen, Generatoren und Motoren eingegangen.
- Schwungradspeicher werden zur **Speicherung kinetischer Energie** eingesetzt. Ausgehend von den physikalischen Zusammenhängen wird das stationäre und dynamische Betriebsverhalten der elektrischen und mechanischen Teilsysteme sowie schließlich des Gesamtsystems betrachtet. Darüber hinaus werden auch spezielle Technologien zur Fertigung Schwungradern mit hoher Betriebsdrehzahl vorgestellt.
- Bei der **Speicherung thermischer Energie** werden unterschiedliche Prinzipien des Speicherprozesses, wie sensible, latente und chemische Speicher vorgestellt. Weiterhin

erfolgt eine Unterteilung in Nieder- und Hochtemperaturspeicher mit Beispielen ihrer unterschiedlichen Einsatzgebiete.

**Prüfungsform:** Prüfungsgespräch (30 Minuten)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiches Bestehen des Prüfungsgesprächs.

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 5 / 84

## 1.8 Pflichtfach 3 EMOB

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 149409   |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Volker Staudt                       |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>   | 150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen) |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 5  |
| <b>Semester:</b>         | 1., 2. oder 3. Semester (MaET)                     |
| <b>Dauer:</b>            | 1 Semester   |

### Veranstaltungen:

141088: Geregelte leistungselektronische Stellglieder 4 SWS (S.39)

**Ziele:** Die Studierenden verstehen, wie **selbstgeführte Stromrichter** in der Praxis eingesetzt werden, welche **Stromrichtertopologien** dafür zur Verfügung stehen und mit welchen Bauelementen diese ausgeführt werden können. Sie beherrschen eine Vielzahl unterschiedlicher **Modulations- und Pulsmustererzeugungsverfahren** und kennen deren jeweilige Vor- und Nachteile. Die Studierenden wählen für eine konkrete Aufgabenstellung den geeigneten Stromrichter mit den günstigsten Bauelementen aus. Sie entscheiden, ob und welche **Ein- und Ausgangsfilter** erforderlich sind und können diese Applikationsangepasst dimensionieren. Die Vor- und Nachteile verschiedener Stromrichter, die am Netz oder an elektrischen Maschinen betrieben werden, sowie spezielle Formen der Stromregelung werden verstanden. Aus vielen technischen Möglichkeiten wählen die Studierenden, basierend auf **umfassendem Fachwissen** die günstigste Lösung, um die meist konträren Anforderungen ökonomisch und technisch sinnvoll abzudecken. Sie sind in der Lage, sowohl auf wissenschaftlicher als auch auf applikationsspezifischer Ebene mit Experten und Anwendern zu kommunizieren.

**Inhalt:** In diesem Modul stehen **selbstgeführte Stromrichter** und ihre Anwendung in der Steuerung der elektrischen Leistung im Vordergrund. Zunächst wird ein Überblick über die gängigen Schaltungen selbstgeführter Stromrichter gegeben. Anschließend werden die zur Realisierung dieser Schaltungen verfügbaren Bauelemente der Leistungselektronik mit ihren Eigenschaften vorgestellt. Dabei wird besonderes Augenmerk auf die Verluste während des Schaltvorgangs und ihre Begrenzung gelegt. Die durch das schnelle Schalten der Halbleiterventile erzeugten **Oberschwingungen** müssen begrenzt werden. Die dafür üblichen Eingangs- und Ausgangsfilter werden vorgestellt. Eine wichtige Anwendung von Stromrichtern ist die Bereitstellung von Gleichspannung aus Wechsel- oder Drehspannung. Hier bieten selbstgeführte Stromrichter **deutliche Vorteile** gegenüber konventionellen Gleichrichterschaltungen, sind allerdings auch erheblich aufwändiger und teurer. Die wichtigsten Konzepte und ihre Eigenschaften werden erläutert. Den Abschluss bildet ein Kapitel zum Thema Stromregelung, welches die in einer leistungselektronischen Grundlagenvorlesung vermittelten Kenntnisse vertieft. Bei der Auslegung der Regelung ist besonders zu beachten, dass die Leistungshalbleiter grundsätzlich geschaltet werden, und somit kein kontinuierliches Ausgangssignal erzeugt werden kann. Dieser Eigenschaft tragen **spezielle Regelungsstrukturen** Rechnung.

**Prüfungsform:** Prüfungsgespräch (30 Minuten)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiches Bestehen des Prüfungsgesprächs.

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 5 / 84

## 1.9 Pflichtfach 4 EMOB

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 149410   |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis             |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>   | 150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen) |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 5  |
| <b>Semester:</b>         | 1., 2. oder 3. Semester (MaET)                     |
| <b>Dauer:</b>            | 1 Semester   |

### Veranstaltungen:

141400: Mechatronische Antriebssysteme 4 SWS (S.58)

**Ziele:** Die Studierenden beherrschen **Methoden der Systembeschreibung** und **Ordnungsreduktion** und können auf dieser Basis **komplexe mechatronische Systeme** in **applikationsspezifischem Detailgrad** modellieren. Konkret kennen Sie **Modelle für eine Vielzahl elementarer Einheiten elektro-mechanischer Systeme**, beispielsweise Getriebe, drehelastische Kupplungen, leistungselektronische Stellglieder, elektrische Maschinen und Sensoren. Die Studierenden **kombinieren und adaptieren diese Modelle** und nutzen diese zur **Analyse und Optimierung** des Systemverhaltens sowohl in stationären Betriebszuständen als auch bei dynamischen Zustandsänderungen. Sie sind in der Lage, im interdisziplinären Umfeld von elektrischer Antriebstechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik sowie Maschinenbau sicher mit Experten und Anwendern zu kommunizieren und **gezielt Lösungen für herausfordernde Aufgabenstellungen** zu erarbeiten und zu bewerten. Dazu gehört auch die **aktive Dämpfung von Torsionsschwingungen** in Antriebssträngen von z.B. Windenergiekonvertern oder Elektrofahrzeugen.

**Inhalt:** In der Veranstaltung des Moduls werden zunächst die Methoden der Systembeschreibung vermittelt. Danach wird detailliert auf die Übertragungsfunktionen von elementaren Systemeinheiten (Getriebe, drehelastische Kupplung, leistungselektronische Stellglieder, Sensoren, mechanisch-elektrische Energiewandler, elektrische Antriebsmotoren), auf die Diskretisierung der Systemstruktur und die Modellbildung mit besonderem Augenmerk auf dem stationärem und dynamische Verhalten eingegangen. Um diese komplexen Systeme mathematisch modellieren zu können ist eine Ordnungsreduktion erforderlich, wofür in der Vorlesung Verfahren vorgestellt werden. Im Rahmen der theoretischen und experimentellen Systemanalyse werden abschließend komplette Antriebssysteme mit den zugehörigen Regelungen (Drehzahl- und Drehmomentregelung sowie aktive Torsionsschwingungsdämpfung) modelliert und ausgelegt.

**Prüfungsform:** Prüfungsgespräch (30 Minuten)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiches Bestehen des Prüfungsgesprächs.

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 5 / 84

## 1.10 Pflichtfach 5 EMOB

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 149411   |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis             |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>   | 150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen) |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 5  |
| <b>Semester:</b>         | 1., 2. oder 3. Semester (MaET)                     |
| <b>Dauer:</b>            | 1 Semester   |

### Veranstaltungen:

138490: Fahrzeugdynamik 4 SWS (S.37)

**Ziele:** Die Studierenden haben die Fähigkeit, theoretische Analysen der Längs-, Vertikal- und Querdynamik von Fahrzeugen auf Basis eines erweiterten Methodenwissens vorzunehmen und unterschiedliche Antriebs- und Fahrwerkskonzepte kritisch vergleichend zu betrachten. Die Studierenden verfügen über erweiterte Kenntnisse, das Fahrverhalten von Fahrzeugen bezüglich der Längsdynamik zu analysieren. Die Studierenden kennen Simulationswerkzeuge der Fahrzeugdynamik und sind in der Lage, diese für praxisnahe Fragestellungen zu verwenden und zu modifizieren.

**Inhalt:** Das Modul behandelt die Längs-, Vertikal und Querdynamik von Fahrzeugen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Einflussparametern und Fahrzeugmodellen. Im Rahmen der Längsdynamik behandelt die Vorlesung die nötigen Grundlagen, um das Beschleunigungsvermögen sowie den Kraftstoffverbrauch eines Fahrzeugs zu bestimmen. Dabei kommen praxisnahe Beispiele und Simulationen zur Anwendung. Im Bereich der Vertikaldynamik geht sie zunächst auf verschiedene Federungs- und Dämpfungskonzepte ein. Nach theoretischen Betrachtungen dynamischer Eigenschaften vertiefen Anwendungsbeispiele aus der Praxis das Verständnis des Federungssystems und seiner Komponenten. Im Rahmen der Querdynamik erläutert die Vorlesung wichtige Zusammenhänge zur Charakterisierung eines Fahrzustandes. Dies beinhaltet sowohl kinematische Größen als auch am Fahrzeug angreifende Kräfte und Momente. Auch hier sorgen viele Beispiele für das Verständnis der Zusammenhänge. Auf Basis einer dynamischen Fahrwerksanalyse betrachtet die Vorlesung beispielsweise die Radlastverteilung bei Beschleunigung und bei Kurvenfahrten. Ebenso folgt eine Abschätzung der Fahrwerkseigenschaften im Kontext der Fahrstabilität und des Fahrzeugkomforts.

**Prüfungsform:** Klausurarbeit (120 Minuten)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiches Bestehen der Modulklausur.

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 5 / 84

## 1.11 Pflichtfach 6 EMOB

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 149412   |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Jan Lunze                           |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>   | 150 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen) |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 5  |
| <b>Semester:</b>         | 1., 2. oder 3. Semester (MaET)                     |
| <b>Dauer:</b>            | 1 Semester   |

### Veranstaltungen:

141007: Systemdynamik und Reglerentwurf 4 SWS (S.67)

**Ziele:** Die Studierenden verfügen über fachspezifische Kenntnisse der Regelungstechnik zur Modellbildung, Analyse und Entwurf von Reglern und über Grundkenntnisse für den Umgang mit dem Programmsystem MATLAB.

**Inhalt:** Es werden Kenntnisse über das Verhalten linearer kontinuierlicher Systeme und den Entwurf einschleifiger Regelungen, Methoden zur Modellbildung im Zeitbereich und im Frequenzbereich, zur Analyse des Verhaltens linearer Systeme, zur Stabilitätsanalyse rückgekoppelter Systeme und zum Reglerentwurf vermittelt. Es erfolgt eine Einführung in das Programmpaket MATLAB für rechnergestützte Analyse und Entwurf.

**Prüfungsform:** Klausurarbeit (120 Minuten)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiches Bestehen der Modulklausur.

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 5 / 84

## 1.12 Wahlfächer

**Nummer:** 149864  
**Verantwortlicher:** Studiendekan ETIT  
**Arbeitsaufwand:** Mindestens 750 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen)  
**Leistungspunkte:**  $\geq 25$

### Veranstaltungen:

141106: freie Veranstaltungswahl (S.38)

**Ziele:** Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in technischen oder nichttechnischen Gebieten entsprechend ihrer Wahl. Dies beinhaltet sowohl die fachliche Vertiefung als auch den Erwerb von Schlüsselqualifikationen.

**Inhalt:** Bei der Auswahl geeigneter Lehrveranstaltungen kann das Vorlesungsverzeichnis der Ruhr-Universität verwendet werden. Dies schließt Veranstaltungen aller Fakultäten, des Optionalbereichs und des Zentrums für Fremdsprachenausbildung (Veranstaltungen aus Master-, Bachelor- oder Diplomstudiengängen) mit ein, also auch die Angebote der [nichttechnischen Veranstaltungen](#). Im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung mit der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Dortmund ist auch die Wahl dort angebotener Veranstaltungen möglich.

**Prüfungsform:** siehe Lehrveranstaltungen

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 25 / 84

## 1.13 Wahlpflichtfächer EMOB

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Nummer:</b>           | 149419  |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis                        |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>   | Mindestens 720 Stunden (entsprechend der Lehrveranstaltungen) |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | $\geq 24$   |
| <b>Semester:</b>         | 1.-3. Semester (MaET)   |
| <b>Dauer:</b>            | 1 Semester  |

### Veranstaltungen:

|   |       |        |
|---|-------|--------|
| 141062: Analoge Schaltungstechnik                                       | 4 SWS | (S.21) |
| 141079: Beherrschung von Unsicherheiten im Übertragungsnetzbe-<br>trieb | 3 SWS | (S.23) |
| 141042: Digitale Signalverarbeitung                                     | 4 SWS | (S.25) |
| 141083: Elektrische Antriebe  | 4 SWS | (S.29) |
| 141085: Elektrische Bahnen  | 3 SWS | (S.31) |
| 141064: Elektromagnetische Verträglichkeit                              | 3 SWS | (S.33) |
| 135270: Grundlagen des Kraftfahrzeug-Antriebsstrangs                    | 4 SWS | (S.41) |
| 141084: Induktionsmaschinenregelung                                     | 3 SWS | (S.43) |
| 141089: Intelligente Netze  | 3 SWS | (S.45) |
| 141408: Ladeeinrichtungen der Elektromobilität                          | 3 SWS | (S.47) |
| 141006: Mehrgrößensysteme und digitale Regelung                         | 4 SWS | (S.60) |
| 141011: Nichtlineare Regelungen   | 3 SWS | (S.62) |
| 141403: Regenerative elektrische Energietechnik                         | 4 SWS | (S.66) |

**Ziele:** Die Studierenden haben fachspezifische Kenntnisse auf dem Gebiet des Studienschwerpunktes, können diese anwenden und entsprechende Fragestellungen analysieren und lösen.

**Inhalt:** Es sind Module aus dem Wahlpflichtkatalog des Studienschwerpunktes auszuwählen. Jedes Modul besteht aus je einer Lehrveranstaltung mit eigener Modulabschlussprüfung.

Zur Vermeidung von Mehrfachbeschreibungen jeweils identischer Module und Lehrveranstaltungen, wird direkt auf die Lehrveranstaltungsbeschreibung verwiesen, die auch die jeweils zugehörigen LP enthält.

Insgesamt sind im Wahlpflichtbereich Module im Gesamtumfang von mindestens 24 Leistungspunkten zu wählen.

**Prüfungsform:** siehe Lehrveranstaltungen

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** siehe Lehrveranstaltungen

**Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):** Master Elektrotechnik und Informationstechnik

**Stellenwert der Note für die Endnote:** 24 / 84

# Kapitel 2

## Veranstaltungen

## 2.1 141062: Analoge Schaltungstechnik

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 141062   |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen                            |
| <b>Medienform:</b>       | Tafelanschrieb                                     |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch                        |
| <b>Dozenten:</b>         | Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch<br>M. Sc. Bent Walther |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch  |
| <b>SWS:</b>              | 4  |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 5  |
| <b>Gruppengröße:</b>     | maximal 40   |
| <b>Angeboten im:</b>     | Sommersemester                                     |

**Ziele:** Die Studierenden kennen die grundlegenden Prinzipien zur Reduktion der wesentlichen Fehlereinflüsse in analogen integrierten Schaltungen. Der Einsatz der diskutierten Verfahren in kommerziellen Schaltungen wird beherrscht. Ausgehend von analytischen und numerischen Schaltungs-Analyseverfahren wurden die Fähigkeiten zur Schaltungssynthese weiter entwickelt.

**Inhalt:** Die Vorlesung vermittelt grundlegende Prinzipien in folgenden Bereichen:

- Arbeitspunkteinstellung
- Differenzverstärker
- Oszillatoren
- Frequenzverdoppler
- Phasenregelschleife
- Direkte Digitale Synthese

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Inhalte der Vorlesungen

- Elektronische Schaltungen,
- Messtechnik

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestandene Prüfung

## 2.2 141079: Beherrschung von Unsicherheiten im Übertragungsnetzbetrieb

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 141079                                 |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen                |
| <b>Medienform:</b>       | Folien<br>rechnerbasierte Präsentation |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis |
| <b>Dozent:</b>           | Dr.-Ing. Tilman Ringelband             |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch                                |
| <b>SWS:</b>              | 3                                      |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 4                                      |
| <b>Gruppengröße:</b>     | ca. 15 Studierende                     |
| <b>Angeboten im:</b>     | Wintersemester                         |

**Ziele:** Die Studierenden erlangen einen Überblick über den Stand der Technik und aktuelle Entwicklungen bei der **Betriebsplanung und der Systemführung** in den Leitstellen der Übertragungsnetzbetreiber. Sie verstehen die Notwendigkeit einer vorausschauenden Netz- und Systemführung und können die dabei zu berücksichtigenden **Unsicherheiten** analysieren und quantitativ modellieren. Sie lernen, mit welchen Verfahren netzbezogene und marktbezogene **Remedial Actions** geplant und optimiert werden und welche rechtlichen Vorgaben dabei zu beachten sind. Die Studierenden werden mit der **Leistungs-Frequenzregelung** als Mittel zur Beherrschung der unsicheren Leistungsbilanz vertraut gemacht. Ausgehend von der Kenntnis der derzeit üblichen **Berechnungsprozesse der Echtzeit-Systemführung** lernen die Studierenden, aktuelle Entwicklungen im Bereich der kurativen Netzbetriebsführung einzuordnen.

**Inhalt:** Im Zuge der fortschreitenden Marktintegration und Dekarbonisierung im europäischen Strombinnenmarkt wird der Lastfluss im Stromübertragungsnetz zunehmend durch **volatile Einflussgrößen** geprägt. Auch die Eigenschaften der Netzbetriebsmittel selbst weisen eine **Zeitabhängigkeit** auf, die zunehmend in den betrieblichen Prozessen Berücksichtigung findet. Die Vorlesung präsentiert den Stand der Technik hinsichtlich der Beherrschung zeitveränderlicher Zustände beginnend im **Zeitbereich von einer Woche vor Echtzeit bis hin zu kurativen Maßnahmen**, die nach dem Eintritt unsicherer Ereignisse angewendet werden. In Ausblicken auf die zukünftige Entwicklung werden die probabilistische Betriebssicherheitsanalyse und **innovative Verfahren** der Systemführung beleuchtet.

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Empfohlen wird: Berechnung von Netzen der elektrischen Energieversorgung

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand setzt sich aus 45 Stunden Präsenzzeit und 30 Stunden für die Vor- und Nachbereitung der Übungen zusammen. Für die Klausurvorbereitung sind 45 Stunden vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestandene Prüfung

## 2.3 141042: Digitale Signalverarbeitung

|                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| <b>Nummer:</b>           | 141042                          |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen         |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Dorothea Kolossa |
| <b>Dozent:</b>           | Prof. Dr.-Ing. Dorothea Kolossa |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch                         |
| <b>SWS:</b>              | 4                               |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 5                               |
| <b>Gruppengröße:</b>     | 40                              |
| <b>Angeboten im:</b>     | Wintersemester                  |

**Ziele:** Die Studierenden beherrschen systematische Methoden zur vollständigen Beschreibung und Analyse bzw. Simulation digitaler Systeme, sowohl im Zeit-, als auch im Frequenzbereich. Sie kennen die Systemtheorie linearer und zeitinvarianter zeitdiskreter Systeme zur Verarbeitung bzw. Transformation von Signalfolgen gemäß mathematisch formulierbarer Vorschriften.

Die Studierenden kennen die grundlegenden Methoden zur Beschreibung und Analyse von digitalen Systemen, sowie den Aufbau von realisierenden Strukturen und Algorithmen. Sie sind in der Lage, grundlegende Aufgaben im Zusammenhang mit der Analyse und Simulation digitaler Systeme zu formulieren, zu interpretieren, zu verstehen und zu lösen.

### Inhalt:

- Zeitdiskrete und digitale Signale (reell, komplex)
- Eigenschaften diskreter Signale und Systeme im Zeit- und Frequenzbereich
- Abtasttheoreme für reelle und komplexe Tiefpasssignale
- z-Transformation: Existenz, Eigenschaften, Stabilität digitaler Systeme
- Zeitdiskrete und Diskrete Fourier-Transformation: Eigenschaften, Beziehungen zu anderen Transformationen
- Deterministische Spektralanalyse: DFT-Analyse periodischer Signale, Gebrauch von Fensterfunktionen
- Übertragungsfunktion: Pol-/Nullstellen-Darstellung, Frequenzgang
- Realisierbarkeitsbedingungen für digitale Systeme
- Entwurf rekursiver Filter
- Entwurf linearphasiger FIR-Filter
- Strukturen digitaler Filter: Kanonische rekursive (IIR) und nichtrekursive (FIR) Strukturen
- Merkmale und Einsatz digitaler Signalprozessoren

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Inhalte der Vorlesungen

- Systemtheorie 1-3
- Mathematik 1, 2 und 4
- Informatik 1 und 3 (Programmierung, Digitaltechnik)

insbesondere

- Grundlagen linearer & zeitinvarianter Systeme
- Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik
- Fourieranalyse
- Laplace-Transformation
- z-Transformation
- Grundlagen der digitalen Schaltungstechnik
- Grundlegende Programmierkenntnisse

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** schriftlich, 120 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestandene Modulklausur

## 2.4 141407: Einführung in die Elektromobilität

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 141407   |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen                                |
| <b>Medienform:</b>       | Videoübertragung<br>Folien<br>Moodle<br>Tafelanschrieb |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis                 |
| <b>Dozent:</b>           | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis                 |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch  |
| <b>SWS:</b>              | 4  |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 5  |
| <b>Gruppengröße:</b>     | ca. 120 Studierende                                    |
| <b>Angeboten im:</b>     | Wintersemester   |

**Ziele:** Die Studierenden verfügen über ein **systemorientiertes und interdisziplinäres Wissen** über Technologien zur Elektromobilität. Sie und beherrschen das Funktionsprinzip und kennen das Betriebsverhalten sowie Teilsystemmodelle der Energieumwandlungssysteme, Speichersysteme und Ladeeinrichtungen. Sie **kombinieren die Modelle der Teilsysteme applikationsspezifisch** zu einem Gesamtsystemmodell und **analysieren die Wechselwirkungen** zwischen den Teilsystemen. Daraus leiten sie Verbesserungen der Systemstruktur ab und vermeiden unerwünschte Nebenwirkungen wie z.B. zu starke Oszillationen im Antriebsstrang oder störende Netzrückwirkungen beim Laden von Elektrofahrzeugen. Im Umfeld der Fahrzeugaufladung kennen und nutzen sie **Methoden der digitalen Kommunikation**, sowohl zwischen Ladestation und Fahrzeug zur Steuerung des Ladevorgangs als auch zu überlagerten IT-Strukturen. Sie beherrschen die damit erschlossenen Möglichkeiten des strukturierten Ladens vieler Elektrofahrzeuge durch intelligentes Lastmanagement sowie der Abrechnung der Kosten eines Ladevorgangs. Sie **kommunizieren erfolgreich** mit Experten und Anwendern in verschiedensten Wissensgebieten und verfügen über die Fähigkeit, ihr Wissen im Studium weiter zu vertiefen sowie im beruflichen Umfeld erfolgreich anzuwenden.

**Inhalt:** Der Elektromobilität wird eine tragende Rolle im Rahmen der Bestrebungen zugesprochen, eine globale Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes zu erreichen. Die Vorlesung vermittelt das Wissen, welches zur Gestaltung und Beurteilung der Elektromobilität erforderlich ist. Dazu wird zunächst eine Übersicht zur Technologie und historischen Entwicklung der Elektromobilität gegeben. Darauf aufbauend wird das Funktionsprinzip und Betriebsverhalten von elektrisch-mechanischen Antriebssystemen, Energiespeichern und Ladeeinrichtungen in konsequent systemorientierter Weise beschrieben. Möglichkeiten zur Netzintegration der Elektromobilität sowie Abrechnungsmodelle werden vorgestellt, denn sie bilden eine grundlegende Voraussetzung für eine breite Nutzung der Elektromobilität. Methoden der digitalen Kommunikation erschließen die Steuerung des Ladevorgangs, des Lastmanagements zum strukturierten Laden vieler Elektrofahrzeuge sowie die Abrechnung der Kosten von Ladevorgängen. Abschließend wird die Integration der Teilsysteme im Gesamtsystem eines Elektromobils behandelt. Die resultierende Gesamtsystembeschreibung ermöglicht die Analyse der Wechselwirkungen der Teilsysteme untereinander und mit der Umgebung des Elektromobils.

**Moodle-Kurs**

Die Lehrmaterialien werden in Moodle bereitgestellt. Teilnehmer an der Lehrveranstaltung müssen sich daher zwingend im Moodle Kurs anmelden. Die Vorlesungen und Übungen der Lehrveranstaltung werden im WS 2021/22 voraussichtlich in Präsenz stattfinden. Abweichungen dazu werden im Moodle Kurs angekündigt.

Der Kursname und die Anmeldedaten lauten:

Kursname: "Einführung in die Elektromobilität (141407-WiSe21/22)"

Passwort: **zm2d4\_EMOB** (Bitte manuell in moodle eintippen)

Eine Anmeldung in dem Kurs ist ab dem 22.09.2021 möglich. Um vollen Zugriff auf die im Kurs abgelegten Dokumente und Informationen zu bekommen müssen Sie im Moodle-Kurs den Datenschutzbestimmungen und den Zoom-Nutzungsbedingungen zustimmen.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Grundlagen der Physik und Elektrotechnik

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** schriftlich, 60 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestandene Modulklausur

## 2.5 141083: Elektrische Antriebe

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 141083   |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen                        |
| <b>Medienform:</b>       | rechnerbasierte Präsentation<br>Tafelanschrieb |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Volker Staudt                   |
| <b>Dozent:</b>           | Prof. Dr.-Ing. Volker Staudt                   |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch  |
| <b>SWS:</b>              | 4  |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 5  |
| <b>Gruppengröße:</b>     | ca. 60 Studierende                             |
| <b>Angeboten im:</b>     | Wintersemester                                 |

**Ziele:** Die Studierenden erlangen ein **tiefes fachübergreifendes Wissen** und umfassende methodische Fähigkeiten im Hinblick auf die Berechnung elektrischer Maschinen und deren Einsatz in komplexen Antriebssystemen. Wissen aus dem Bereich der elektrischen Maschinen, der mathematischen Modellierung elektrischer Maschinen, der Mechanik, der Mess- und Sensortechnik sowie der Regelungstechnik wird erarbeitet. Auf dieser Basis entwickeln die Studierenden unter Berücksichtigung teilweise konträrer **technischer, wirtschaftlicher und praktischer Anforderungen und Grenzen** Lösungsansätze für eine bestimmte Aufgabe. Praktische Aspekte, insbesondere bezüglich der Kombination von elektrischen Maschinen und nicht-elektrischen Last- oder Antriebsmaschinen, werden verstanden. Diese Aspekte werden erfolgreich gegeneinander abgewogen, um das **optimale Antriebssystem auszuwählen und zu konfigurieren**. In der Forschung und Vorentwicklung stehende Konzepte werden mit Blick auf zukünftige Anwendbarkeit sicher eingeordnet, alternative Maschinenkonzepte auch anhand der mathematischen Beschreibung bewertet. Die Studierenden besitzen alle Voraussetzungen, um sich in weiterführenden Vorlesungen den Entwurf hochwertiger Regelungsverfahren erarbeiten zu können.

**Inhalt:** Die Vorlesung behandelt die für die **Regelung und Projektierung eines elektrischen Antriebs** wesentlichen Aspekte. Von besonders hohem Stellenwert ist dabei die physikalisch orientierte, für Regelungsentwurf und Systembetrachtungen angemessene, mathematische Beschreibung von elektrischen Maschinen sowie typischen zugehörigen leistungselektronischen Stellgliedern. Ebenfalls hohe Bedeutung haben Realisierungsaspekten bei der Integration von elektrischen Maschinen in Antriebssysteme unter Einbeziehung der Anforderungen durch die angekoppelten nicht-elektrischen Arbeitsmaschinen. Zu diesem Zweck wird zunächst die **Raumzeigertransformation als mathematisches Hilfsmittel** zur Beschreibung von Größen in dreisträngigen elektrischen Systemen eingeführt. Im nächsten Schritt werden Haupt-Bauformen von Stator und Rotor elektrischer Maschinen sowie das Grundprinzip der Drehmomenterzeugung vorgestellt. Daraus leiten sich die **wesentlichen elektrischen Maschinen und ihre Charakteristika**, vor allem Synchron-, Induktions- und Gleichstrommaschine, ab. Deren **mathematische Beschreibung auf Basis von Differentialgleichungssystemen** und zugehörigen Ersatzschaltbildern wird hergeleitet. Zur Regelung einer elektrischen Maschine ist auch eine Beschreibung des verwendeten Stellglieds notwendig – leistungselektronische Stellglieder werden daher in angemessener Weise beschrieben. In weiterführenden Vorlesungen kann auf dieser Basis die Regelung verschiedener elektrischer Maschinen hergeleitet werden. Zur Realisierung eines Antriebssystems gehört die genaue Betrachtung **Interaktion der elektrischen**

**Maschine mit ihrer Umgebung.** Hierzu wird die **Prozesseinbindung** von Antriebssystemen, die Messung relevanter Größen, **Erwärmung, Kühlung, Betriebsarten** sowie **Fehlerüberwachung und Schutz** vorgestellt. Dabei spielt die **angemessene Umsetzung**, eine Rolle – das Wechselspiel zwischen Aufwand und Nutzen ist ein relevanter praktischer Aspekt. Nicht-elektrische Arbeitsmaschine und elektrische Maschine müssen zueinander passen – ein **Vergleich der Kennlinien typischer Lasten mit den Kennlinien von elektrischen Maschinen** ermöglicht eine sachgerechte Paarung.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

- Grundkenntnisse aus dem Bereich der elektrischen Maschinen und der Leistungselektronik, beispielsweise aus Vorlesungen wie 'Grundlagen der Energietechnik' und 'Grundlagen der Leistungselektronik'
- Beherrschung von Bode-Diagrammen
- Grundwissen über regelungstechnische Zusammenhänge

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestandene mündliche Abschlussprüfung

## 2.6 141085: Elektrische Bahnen

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 141085   |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen                        |
| <b>Medienform:</b>       | rechnerbasierte Präsentation<br>Tafelanschrieb |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Andreas Steimel                 |
| <b>Dozent:</b>           | Prof. Dr.-Ing. Andreas Steimel                 |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch  |
| <b>SWS:</b>              | 3  |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 4  |
| <b>Gruppengröße:</b>     | ca. 20 Studierende                             |
| <b>Angeboten im:</b>     | Wintersemester                                 |

**Ziele:** Die Studierenden erarbeiten Wissen über das **komplexe Zusammenspiel zwischen elektrischen, elektromechanischen und mechanischen Komponenten** im Bereich der elektrischen Bahnen. Dadurch werden alle wesentlichen Komponenten sowohl für Lokomotiven, als auch für Nahverkehrsfahrzeuge in ihrem Zusammenspiel beherrscht. Die Eigenschaften der verschiedenen eingesetzten **Stromversorgungssysteme**, die Anforderungen bezüglich der **Netzurückwirkungen** und die **Pulserzeugungs- und Regelungsverfahren für Traktionsumrichterantriebe** werden verstanden. Die Vorlesung ist damit **in sehr hohem Maße interdisziplinär**, da die Studierenden Wissen aus Leistungselektronik, Antriebstechnik und Mechanik mit Anwendungsproblemen wie Einbauraum- und Gewichtsbeschränkungen, Kostenkontrolle, Haltbarkeit, Wartungsarmut und vielem mehr verknüpfen und unter neuem Blickwinkel betrachten. In diesem **komplexen Umfeld konträrer Forderungen finden sich die Studierenden sicher zurecht** und sind in der Lage, die spannende Entwicklung dieses innovativen Bereichs in Wirtschaft und Wissenschaft voranzutreiben. Die Studierenden sind in der Lage, das erlangte Wissen auf Aspekte der Automobil-Elektromobilität zu übertragen und auf die in diesem Umfeld anderen Herausforderungen anzuwenden.

**Inhalt:** Elektrische Bahnen stellen ganz besonders hohe Anforderungen an die Leistungselektronik, und waren schon immer erstes Einsatzgebiet für **leistungselektronische Spitzentechnologie**. Dies liegt zum einen an den schwierigen Umgebungsbedingungen mit einer Energieversorgung über nur zwei Leiter und einer Begrenzung von Bauvolumen und Gewicht für die Antriebe mit ihrer Leistungselektronik, zum anderen erlauben die ohnehin hohen anteiligen Kosten der Antriebstechnik im Bahnbereich auch aufwändige Lösungen. Die Vorlesung gibt einen umfassenden Überblick über das komplexe Zusammenspiel zwischen Energieversorgung, elektrischem Antrieb und mechanischen Komponenten zur Übertragung der Antriebskräfte auf die Schiene. Dabei werden zunächst die verschiedenen **Bahnstromsysteme und Traktionsarten**, sowie die mechanischen Grundlagen wie Zugförderungsmechanik, Spurführung, Adhäsion und Schleuderschutz besprochen. Danach werden die einzelnen Komponenten von Triebfahrzeugen vorgestellt. Dies sind insbesondere die Fahrmotoren mit ihrer Steuerung und Energieversorgung, sowie die Kraftübertragung vom Motor auf den Radsatz. Die verschiedenen Stromversorgungen im Bereich der elektrischen Bahnen werden detailliert vorgestellt. Auf die besonders scharfen Forderungen bezüglich der Netzurückwirkungen und Signalbeeinflussung wird eingegangen. Den Abschluss der Vorlesung bildet eine Übersicht über verschiedene Regelungsverfahren für Traktionsumrichterantriebe.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Beherrschung der Grundlagen der Elektrotechnik, der Energietechnik und der Leistungselektronik.

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestandene mündliche Abschlussprüfung

### **Literatur:**

- [1] Filipovic, Zarko "Elektrische Bahnen. Grundlagen, Triebfahrzeuge, Stromversorgung", Springer, 2004
- [2] Müller, Siegfried "Elektrische und dieselektrische Triebfahrzeuge. Arbeitsweise, Leistungsfähigkeit, Betriebskosten", Minirex AG, 1979
- [3] Steimel, Andreas "Elektrische Triebfahrzeuge und ihre Energieversorgung: Grundlagen der Praxis", None, 2017

## 2.7 141064: Elektromagnetische Verträglichkeit

|                          |                                       |
|--------------------------|---------------------------------------|
| <b>Nummer:</b>           | 141064                                |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen               |
| <b>Medienform:</b>       | Folien<br>Tafelanschrieb              |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch           |
| <b>Dozent:</b>           | Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Meckelburg |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch                               |
| <b>SWS:</b>              | 3                                     |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 4                                     |
| <b>Gruppengröße:</b>     | maximal 40                            |
| <b>Angeboten im:</b>     | Wintersemester                        |

**Ziele:** Die Hörer sind mit den grundlegenden Aspekten der elektromagnetischen Verträglichkeit vertraut.

**Inhalt:** Alle elektrotechnischen/elektronischen Systeme könnten durch elektromagnetische Wirkungen (Störsignale) so beeinflusst werden, dass ihre gewollte Funktion nicht mehr korrekt ausgeführt werden kann. Darüber hinaus könnte ein System neben den gewollten Eigenschaften (Funktionen) auch elektromagnetische Nebenwirkungen erzeugen, die wiederum andere Systeme ungewollt beeinflussen. Mit diesem Themenkreis befasst sich die Vorlesung. Die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ist eine System-/ oder Produkteigenschaft, die bei der Konzeption und Entwicklung von praktisch allen Systemen und Produkten berücksichtigt werden muss. In der Vorlesung behandelt werden:

- Einführung und Motivation
- Systems Engineering
- EMV-Modelle
- Störquellen
- Kopplungsmodelle
- Allgemeines Verträglichkeitsmodell
- Leitungsbezogene EMV-Maßnahmen
- Feldbezogene EMV-Maßnahmen
- EMV-Messtechnik
- Beispiele von EMV-Problemlösungen
- EMV-Anforderungen, EU-Richtlinie und EMV-Gesetz

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Allgemeine Elektrotechnik, Systemtheorie

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Prüfungsvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestandene Prüfung

## 2.8 141405: Energiespeichersysteme

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Nummer:</b>           | 141405  |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen   |
| <b>Medienform:</b>       | rechnerbasierte Präsentation                                      |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis                            |
| <b>Dozenten:</b>         | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis<br>M. Sc. Philip Krajinski |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch   |
| <b>SWS:</b>              | 4   |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 5   |
| <b>Gruppengröße:</b>     | ca. 25 Studierende  |
| <b>Angeboten im:</b>     | Sommersemester  |

**Ziele:** Die Studierenden **kennen die Eigenschaften, Möglichkeiten und Grenzen** der wesentlichen Systeme zur Speicherung von Energie und verfügen über geeignete Beschreibungsformen und Modelle der Speichersysteme und deren Teilsysteme. Sie wählen je nach Anwendungsfall unter Berücksichtigung von technischen und ökonomischen Randbedingungen das **sinnvollste Speichersystem** aus und **dimensionieren die Komponenten** des Speichersystems. Sie **kombinieren Speichersysteme** unter Berücksichtigung der dynamischen und stationären Eigenschaften. Sie beherrschen herausfordernde Szenarien wie Speicher im Umfeld stochastisch fluktuierender Energiequellen (typisch für einige regenerative Energiequellen) sowie im Umfeld emissionsarmer Verkehrssysteme (Hybrid-Fahrzeugtechnologie).

**Inhalt:** Die Vorlesung 'Energiespeichersysteme' befasst sich mit **unterschiedlichen Speicherarten** für chemische, potentielle, kinetische und thermische Energie und deren Einsatz in energietechnischen Systemen. Aufbauend auf den physikalischen Grundlagen der Speicherarten wird auf deren Funktionsprinzip eingegangen. Hieraus wird das **Betriebsverhalten** anhand von Kennlinien abgeleitet, um mit Hilfe von Ersatzschaltbildern und **mathematischen Modellen** das Verhalten der unterschiedlichen Speichersysteme modellieren zu können.

- Zur **Speicherung elektrochemischer Energie** werden verschiedene Arten von Akkumulatoren behandelt. Dabei wird auf die unterschiedlichen elektrochemischen Vorgänge der Akkumulatorenarten eingegangen.
- Pumpspeicher dienen als **Speicher potentieller Energie** und unterscheiden sich stark, in Abhängigkeit von den morphologischen Gegebenheiten des Standorts. Neben den elektrischen Teilsystemen, wie Generatoren und Motoren, werden auch die hydraulischen Teilsysteme, wie Rohrleitungssysteme und Pumpen, erläutert. Abschließend wird auf die Regelung der Turbinen, Generatoren und Motoren eingegangen.
- Schwungradspeicher werden zur **Speicherung kinetischer Energie** eingesetzt. Ausgehend von den physikalischen Zusammenhängen wird das stationäre und dynamische Betriebsverhalten der elektrischen und mechanischen Teilsysteme sowie schließlich des Gesamtsystems betrachtet. Darüber hinaus werden auch spezielle Technologien zur Fertigung Schwungrädern mit hoher Betriebsdrehzahl vorgestellt.
- Bei der **Speicherung thermischer Energie** werden unterschiedliche Prinzipien des Speicherprozesses, wie sensible, latente und chemische Speicher vorgestellt. Weiterhin

erfolgt eine Unterteilung in Nieder- und Hochtemperaturspeicher mit Beispielen ihrer unterschiedlichen Einsatzgebiete.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

- Grundlagen der Energietechnik
- Elektrische Antriebe
- Grundlagen der Thermodynamik

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestandene mündliche Abschlussprüfung

## 2.9 138490: Fahrzeugdynamik

|                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| <b>Nummer:</b>           | 138490                        |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen       |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge |
| <b>Dozent:</b>           | Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch                       |
| <b>SWS:</b>              | 4                             |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 5                             |
| <b>Angeboten im:</b>     | Sommersemester                |

**Ziele:** Die Studierenden haben die Fähigkeit, theoretische Analysen der Längs-, Vertikal- und Querdynamik von Fahrzeugen auf Basis eines erweiterten Methodenwissens vorzunehmen und unterschiedliche Antriebs- und Fahrwerkskonzepte kritisch vergleichend zu betrachten. Die Studierenden verfügen über erweiterte Kenntnisse, das Fahrverhalten von Fahrzeugen bezüglich der Längsdynamik zu analysieren. Die Studierenden kennen Simulationswerkzeuge der Fahrzeugdynamik und sind in der Lage, diese für praxisnahe Fragestellungen zu verwenden und zu modifizieren.

**Inhalt:** Die Vorlesung behandelt die Längs-, Vertikal und Querdynamik von Fahrzeugen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Einflussparametern und Fahrzeugmodellen. Im Rahmen der Längsdynamik behandelt die Vorlesung die nötigen Grundlagen, um das Beschleunigungsvermögen sowie den Kraftstoffverbrauch eines Fahrzeugs zu bestimmen. Dabei kommen praxisnahe Beispiele und Simulationen zur Anwendung. Im Bereich der Vertikaldynamik geht sie zunächst auf verschiedene Federungs- und Dämpfungskonzepte ein. Nach theoretischen Betrachtungen dynamischer Eigenschaften vertiefen Anwendungsbeispiele aus der Praxis das Verständnis des Federungssystems und seiner Komponenten. Im Rahmen der Querdynamik erläutert die Vorlesung wichtige Zusammenhänge zur Charakterisierung eines Fahrzustandes. Dies beinhaltet sowohl kinematische Größen als auch am Fahrzeug angreifende Kräfte und Momente. Auch hier sorgen viele Beispiele für das Verständnis der Zusammenhänge. Auf Basis einer dynamischen Fahrwerksanalyse betrachtet die Vorlesung beispielsweise die Radlastverteilung bei Beschleunigung und bei Kurvenfahrten. Ebenso folgt eine Abschätzung der Fahrwerkseigenschaften im Kontext der Fahrstabilität und des Fahrzeugkomforts.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Energietechnik, Automatisierungstechnik

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** schriftlich, 120 Minuten

## 2.10 141106: freie Veranstaltungswahl

|                          |                                   |
|--------------------------|-----------------------------------|
| <b>Nummer:</b>           | 141106                            |
| <b>Lehrform:</b>         | Beliebig                          |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Dekan                             |
| <b>Dozent:</b>           | Dozenten der RUB                  |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch                           |
| <b>Angeboten im:</b>     | Wintersemester und Sommersemester |

**Ziele:** Innerhalb des Moduls setzen die Studierenden entsprechend ihrer Interessen verschiedene Schwerpunkte. Dafür steht Ihnen das breite Angebot der ganzen Universität zur Verfügung. Sie beherrschen entsprechend ihrer Auswahl verschiedene Schlüsselqualifikationen.

**Inhalt:** Bei der Auswahl geeigneter Lehrveranstaltungen kann das Vorlesungsverzeichnis der Ruhr-Universität verwendet werden. Dies schließt Veranstaltungen aller Fakultäten, des Optionalbereichs und des Zentrums für Fremdsprachenausbildung (Veranstaltungen aus Bachelor- oder Masterstudiengängen) mit ein, also auch die Angebote der nichttechnischen Veranstaltungen.

Zu beachten ist allerdings, dass bei Masterstudierenden in allen Fällen eine Anerkennung von Fächern aus dem zugehörigen Bachelorstudiengang nur sehr eingeschränkt möglich ist.

Weiterhin ist auch der Besuch von Lehrveranstaltungen anderer Univeristäten möglich - z.B. im Rahmen der Kooperationsvereinbarung mit der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Dortmund.

In der Fakultät wird speziell in diesem Bereich die Veranstaltung Methodik des wissenschaftlichen Publizierens angeboten. Im Rahmen der Kooperation mit der TU Dortmund wird folgende Veranstaltung angeboten: Musikdatenanalyse.

- nichttechnische Veranstaltungen:  
<http://www.ei.rub.de/studium/lehrveranstaltungen/392/>
- Methodik des wissenschaftlichen Publizierens: <https://www.ei.rub.de/studium/lehrveranstaltungen/747>
- Musikdatenanalyse: <http://www.ei.rub.de/studium/lehrveranstaltungen/785/>,

**Voraussetzungen:** entsprechend den Angaben zu der gewählten Veranstaltungen

**Empfohlene Vorkenntnisse:** entsprechend den Angaben zu der gewählten Veranstaltungen

**Prüfungsform:** None, studienbegleitend

**Beschreibung der Prüfungsleistung:** Die Prüfungsform und das Anmeldeverfahren kann entsprechend der gewählten Veranstaltungen variieren.

## 2.11 141088: Geregelte leistungselektronische Stellglieder

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 141088   |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen                                  |
| <b>Medienform:</b>       | Folien<br>rechnerbasierte Präsentation<br>Tafelanschrieb |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Volker Staudt                             |
| <b>Dozent:</b>           | Prof. Dr.-Ing. Volker Staudt                             |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch  |
| <b>SWS:</b>              | 4  |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 5  |
| <b>Gruppengröße:</b>     | ca. 30 Studierende                                       |
| <b>Angeboten im:</b>     | Sommersemester   |

**Ziele:** Die Studierenden verstehen, wie **selbstgeführte Stromrichter** in der Praxis eingesetzt werden, welche **Stromrichtertopologien** dafür zur Verfügung stehen und mit welchen Bauelementen diese ausgeführt werden können. Sie beherrschen eine Vielzahl unterschiedlicher **Modulations- und Pulsmustererzeugungsverfahren** und kennen deren jeweilige Vor- und Nachteile. Die Studierenden wählen für eine konkrete Aufgabenstellung den geeigneten Stromrichter mit den günstigsten Bauelementen aus. Sie entscheiden, ob und welche **Ein- und Ausgangsfilter** erforderlich sind und können diese Applikationsangepasst dimensionieren. Die Vor- und Nachteile verschiedener Stromrichter, die am Netz oder an elektrischen Maschinen betrieben werden, sowie spezielle Formen der Stromregelung werden verstanden. Aus vielen technischen Möglichkeiten wählen die Studierenden, basierend auf **umfassendem Fachwissen** die günstigste Lösung, um die meist konträren Anforderungen ökonomisch und technisch sinnvoll abzudecken. Sie sind in der Lage, sowohl auf wissenschaftlicher als auch auf applikationsspezifischer Ebene mit Experten und Anwendern zu kommunizieren.

**Inhalt:** In dieser Vorlesung stehen **selbstgeführte Stromrichter** und ihre Anwendung in der Steuerung der elektrischen Leistung im Vordergrund. Zunächst wird ein Überblick über die gängigen Schaltungen selbstgeführter Stromrichter gegeben. Anschließend werden die zur Realisierung dieser Schaltungen verfügbaren Bauelemente der Leistungselektronik mit ihren Eigenschaften vorgestellt. Dabei wird besonderes Augenmerk auf die Verluste während des Schaltvorgangs und ihre Begrenzung gelegt. Die durch das schnelle Schalten der Halbleiterventile erzeugten **Oberschwingungen** müssen begrenzt werden. Die dafür üblichen Eingangs- und Ausgangsfilter werden vorgestellt. Eine wichtige Anwendung von Stromrichtern ist die Bereitstellung von Gleichspannung aus Wechsel- oder Drehspannung. Hier bieten selbstgeführte Stromrichter **deutliche Vorteile** gegenüber konventionellen Gleichrichterschaltungen, sind allerdings auch erheblich aufwändiger und teurer. Die wichtigsten Konzepte und ihre Eigenschaften werden erläutert. Den Abschluss bildet ein Kapitel zum Thema Stromregelung, welches die in einer leistungselektronischen Grundlagenvorlesung vermittelten Kenntnisse vertieft. Bei der Auslegung der Regelung ist besonders zu beachten, dass die Leistungshalbleiter grundsätzlich geschaltet werden, und somit kein kontinuierliches Ausgangssignal erzeugt werden kann. Dieser Eigenschaft tragen **spezielle Regelungsstrukturen** Rechnung.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Grundkenntnisse der elektrischen Energietechnik und der Leistungselektronik, beispielsweise aus entsprechenden Grundlagenvorlesungen.

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestandene mündliche Abschlussprüfung

## 2.12 135270: Grundlagen des Kraftfahrzeug-Antriebsstrangs

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 135270   |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen                        |
| <b>Medienform:</b>       | rechnerbasierte Präsentation<br>Tafelanschrieb |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge                  |
| <b>Dozent:</b>           | Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge                  |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch  |
| <b>SWS:</b>              | 4  |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 6  |
| <b>Angeboten im:</b>     | Wintersemester                                 |

**Ziele:** Studierende kennen nach der Veranstaltung:

- die Elemente eines Antriebsstranges,
- unterschiedlichste Konzepte von Antriebssträngen für den Längs- und Quereinbau von Motoren und Getrieben,
- sie kennen Bauarten von Kupplungen, Wandlern, Getrieben und Bremsen,
- sie können das Zusammenarbeiten von Motor, Getriebe, Achsgetriebe und Reifen beurteilen,
- erste Grobauslegungen eines Antriebsstranges sind möglich.

**Inhalt:** Die Vorlesung behandelt allgemeine Frage des Kraftfahrzeug-Antriebsstrangs. Den Ausgangspunkt bilden die Anforderungen des Fahrzeugs an den Antrieb. Unter Berücksichtigung der Motoreigenschaften und ihres Kennfeldes lassen sich daraus grundlegende Anforderungen an die übrigen Antriebsstrangkomponenten, wie Kupplung, Getriebe, Gelenkwellen, Bremsen und Reifen, ableiten. Den unterschiedlichen Getriebetypen, wie Schaltgetrieben, konventionellen Automaten, automatisierten Schaltgetrieben und stufenlos verstellbaren Getrieben, wird so viel Raum gewidmet, dass ihre Funktionsweise deutlich wird und eine erste Beurteilung ihrer Eigenschaften ermöglicht. Weiter wird auf Hybridantriebskonzepte eingegangen, die beispielsweise Verbrennungsmotoren und Elektromotoren und Getriebe, sowie Abgas- und Geräuschemissionen zu verringern. Außerdem wird auf alternative Antriebe, wie etwa Elektroantriebe, eingegangen. Einen weiteren wichtigen Punkt bilden Bremsen und Bremssysteme.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Energietechnik

**Arbeitsaufwand:** 180 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung

der Übungen sind etwa 5 Stunden pro Woche, in Summe 70 Stunden, erforderlich. Etwa 54 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** schriftlich, 120 Minuten

## 2.13 141084: Induktionsmaschinenregelung

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 141084   |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen                                  |
| <b>Medienform:</b>       | Folien<br>rechnerbasierte Präsentation<br>Tafelanschrieb |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis                   |
| <b>Dozent:</b>           | Prof. Dr.-Ing. Volker Staudt                             |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch  |
| <b>SWS:</b>              | 3  |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 4  |
| <b>Gruppengröße:</b>     | ca. 15 Studierende                                       |
| <b>Angeboten im:</b>     | Wintersemester   |

**Ziele:** Die Studierenden beherrschen einen **universellen analytischen Ansatz** zur Beschreibung der Induktionsmaschine. Die dazu notwendigen mathematischen Methoden werden sicher beherrscht und angewendet. Die Studierenden gehen mit den **Beschränkungen der leistungselektronischen Stellglieder** in Zusammenhang mit der Regelung der Maschine und der **komplexen Auswahl geeigneter Regelungsverfahren**, an die teilweise **konträre Forderungen** gestellt werden, sicher um. Sie sind in der Lage, eigenständige wissenschaftliche Lösungen von Problemen bei Induktionsmaschinen zu erarbeiten und beurteilen existierende Lösungen und Verfahren in Bezug auf die jeweilige Anwendung und Anforderung sicher. Sie erbringen erfolgreich Transferleistungen bezüglich der mathematischen Methoden sowie der Maschinenbeschreibung und können **Leistungsdefinitionen auf hohem internationalem Niveau diskutieren** sowie die Regelungsverfahren auf andere Maschinentypen, beispielsweise permanenterregte Synchronmaschinen oder doppelt gespeiste Induktionsmaschinen, übertragen.

**Inhalt:** **Selbstgeführte Stromrichter** in dreisträngiger Ausführung können sowohl am Energieversorgungsnetz betrieben, als auch zur Speisung von Induktionsmaschinen eingesetzt werden. So gespeiste **Induktionsmaschinen** können **hochdynamisch und höchst effizient geregelt** werden. Für beide Anwendungsgebiete ist eine direkt an den Eigenschaften des selbstgeführten Stromrichters orientierte Regelung erforderlich. Die Beschreibung der dabei zu berücksichtigenden Spannungen und Ströme erfolgt am günstigsten mit so genannten **Raumzeigern**. Dieses **hocheffektive mathematische Hilfsmittel** wird detailliert eingeführt. Darauf aufbauend wird gezeigt, mit welchen Methoden eine Induktionsmaschine geregelt werden kann. Sowohl einfache und kostengünstige, als auch komplexe und hochdynamische Regelverfahren lassen sich mit Hilfe von Raumzeigern sehr gut beschreiben und verstehen.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Beherrschung der Grundlagen der Energietechnik und der Leistungselektronik sowie des Inhalts der Vorlesung 'Elektrische Antriebe'.

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestandene mündliche Abschlussprüfung

## 2.14 141089: Intelligente Netze

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 141089   |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen                        |
| <b>Medienform:</b>       | rechnerbasierte Präsentation<br>Tafelanschrieb |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis         |
| <b>Dozent:</b>           | Prof. Dr. Michael Laskowski                    |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch  |
| <b>SWS:</b>              | 3  |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 4  |
| <b>Gruppengröße:</b>     | ca. 15 Studierende                             |
| <b>Angeboten im:</b>     | Sommersemester                                 |

**Ziele:** Die Studierenden verstehen die technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Hintergründe für **aktuelle Änderungsprozesse in Struktur und Betriebsweise von Verteilnetzen**. Sie erkennen und lösen Herausforderungen aus der Einbindung regenerativer Energiequellen sowie aus dem Umfeld der Elektromobilität. Sie nutzen dazu die vermittelten Fähigkeiten aus dem Bereich des **Netzbetriebs**, der **Energiewirtschaft** sowie der **Informations- und Telekommunikationsinfrastruktur**. Moderne Energiemessgeräte „Smart Meter“ sind ihnen vertraut, sie wissen wie die umfangreichen Datenströme dieser Geräte zur **Beurteilung und Steuerung von Netzen** verwendet werden können. Lastflexibilisierung und die dafür notwendigen Einrichtungen und Mechanismen sind ihnen vertraut. Ihr umfangreiches, interdisziplinäres Wissen befähigt die Studierenden zur **Kommunikation mit Experten und Anwendern** aller beteiligten Gruppen „Stakeholder“ – vom Netzbetreiber über Informationstechniker bis hin zum Wissenschaftler im Forschungsumfeld von intelligenten Netzen.

**Inhalt:** Die Vorlesung „Intelligente Netze“ beschäftigt sich mit den Auswirkungen der Energiewende auf das Verteilnetz. Insbesondere im Verteilnetz vollzieht sich derzeit ein (r)evolutionärer Wandel. Dezentrale Einspeiseanlagen (PV, Wind, Biomasse) entstehen meistens dort, wo Verteilnetze historisch bedingt eher schwach ausgelegt sind. Neue Vertriebsprodukte sehen einen deutlich höheren Gleichzeitigkeitsfaktor vor. Alle deutschen Netzbetreiber haben daher ihren Fokus auf die „intelligenten Energienetze“ (Smart Grids) mit dem Schwerpunkt Verteilnetze gelenkt. Hierzu gehören Lösungen im Demand und Supply Side Management sowie im Aufbau von Telekommunikationsinfrastrukturen, die eine stärkere Interaktion aller Betriebsmittel und Netzbereiche als je zuvor ermöglichen. Die Vorlesung „Intelligente Energienetze“ behandelt folgende Themenschwerpunkte:

- Gesetzliche Grundlagen der deutschen Energiewirtschaft
- Organisation und Handlungsfelder der Energiewirtschaft
- Intelligente Energienetze (Smart Grids)

Der Themenschwerpunkt Intelligenen Energienetze gliedert sich dabei wie folgt:

- Grundlagen von Smart Grids und IKT-Technologie (IKT=Informations- und Kommunikationstechnologie)
- Flexibilisierung von Last und Erzeugung in Verteilnetzen

- Einsatz von Speichern im Verteilnetz
- Auswirkungen der Elektromobilität auf Verteilnetze
- Digitalisierung des Verteilnetzes, Data Analytics im Verteilnetz, Einsatz von Smart Metern

Inhaltlich werden sowohl energiewirtschaftliche und energietechnische als auch IT- und telekommunikationstechnische Inhalte vermittelt.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Solide Grundkenntnisse aus den Wissensgebieten Energietechnik, Informations- und Kommunikationstechnologie

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestandene mündliche Abschlussprüfung

## 2.15 141408: Ladeeinrichtungen der Elektromobilität

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 141408                                 |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesung                              |
| <b>Medienform:</b>       | rechnerbasierte Präsentation           |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis |
| <b>Dozent:</b>           | Dr.-Ing. Faical Turki                  |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch                                |
| <b>SWS:</b>              | 3                                      |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 4                                      |
| <b>Gruppengröße:</b>     | ca. 15 Studierende                     |
| <b>Angeboten im:</b>     | Wintersemester                         |

**Ziele:** Die Studierenden überblicken die umfangreichen Herausforderungen im Umfeld von Ladeeinrichtungen der Elektromobilität. Sie kennen die **Anforderungen seitens der Energieversorgungsnetzte und Fahrzeuge** und **beherrschen die verschiedenen Schaltungstopologien und Filtertechnologien**, um die teils konträren Anforderungen in optimaler Weise zu erfüllen. Sie wählen Schaltungen gezielt applikationsspezifisch aus und kombinieren sie mit **geeigneten Ansteuerungsverfahren und Filtertopologien** und analysieren die Interaktion mit Versorgungsnetz und Fahrzeug. Eigenschaften, Vor- und Nachteile **berührungsloser Energieübertragung** sind den Studierenden vertraut. Sie verstehen die Anforderungen und Methoden der Kommunikation zwischen Ladeinfrastruktur und Fahrzeug sowie die technischen Hintergründe, die dieser Kommunikation Bedeutung verleiht. Sie **analysieren vorhandene Strukturen**, kommunizieren sicher mit Experten im Umfeld von Verteilnetzen, Leistungselektronik und Elektromobilität und schlagen auf Basis der erhaltenen Informationen zielgerichtete Lösungen vor.

**Inhalt:** In der Vorlesung “Ladeeinrichtungen der Elektromobilität” werden zunächst Problemstellung und Grundbegriffe solcher Ladeeinrichtungen und deren Netzanbindung erläutert. Danach folgt eine Systemübersicht, welche im Detail die Ankopplung an das Versorgungsnetz, Gleichspannungswandler-Arten, Vor- und Nachteile und Anwendungsfälle betrachtet. Ausgewählte Gleichspannungswandler ohne und mit Potentialtrennung, deren Schaltungstopologien und Anwendungsmöglichkeiten für die Elektromobilität werden detailliert vorgestellt, gefolgt von einer Übersicht über Gleichrichter und PFC, deren Bauarten, Funktion, Norm-Auflagen, Netzanschlüsse, Netzfilter und Ansteuerungsverfahren. Berührungslose Energieübertragung und Ladeeinrichtungen, deren Aufbau, Anschlüsse und Kommunikation mit dem Fahrzeug bilden den Abschluss der Vorlesung.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Leistungselektronik

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung

der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestandene mündliche Abschlussprüfung

## 2.16 142081: Master-Praktikum Leistungselektronik und Energiesystemtechnik

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 142081   |
| <b>Lehrform:</b>         | Praktikum  |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis                                 |
| <b>Dozenten:</b>         | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis<br>Prof. Dr.-Ing. Volker Staudt |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch  |
| <b>SWS:</b>              | 3  |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 3  |
| <b>Gruppengröße:</b>     | typisch 3 - 4 Studierende je Gruppe, max. 20 Studierende               |
| <b>Angeboten im:</b>     | Wintersemester   |

**Ziele:** Die Studierenden erarbeiten im Praktikum 'Leistungselektronik und Energiesystemtechnik' Kenntnisse im **praktischen Umgang mit leistungselektronischen und energiesystemtechnischen Versuchsaufbauten**. Sie beherrschen den Aufbau des Leistungsteils, die Auswahl und den Betrieb der Messtechnik und die Struktur und Parametrierung von ausgewählten Regelungsverfahren. Die Studierenden sind in der Lage, **komplexe energietechnische Systeme** durch planmäßiges Vorgehen und geeignet ausgewählte Messungen zu analysieren und durch gezielte Veränderungen der Struktur oder der **Reglereinstellung** zu optimieren. Durch die Zusammenarbeit in Gruppen wird die **Teamfähigkeit** gestärkt. Sie sind in der Lage, praktische Versuche vorzubereiten, durchzuführen, Messungen zu dokumentieren und **Messdaten zielgerichtet aufzubereiten** und in einem schriftlichen **Bericht wissenschaftlich einwandfrei** darzustellen. Sie **konfigurieren und bedienen leistungsfähige Messgeräte**, beispielsweise hochwertige Digitaloszilloskope, sowie die zugehörigen Messwandler sicher und stellen die Messdaten in digitaler Form für die Dokumentation und Analyse bereit. Der Unterschied bzw. der Grad der Übereinstimmung zwischen Theorie und Praxis und die Gründe dafür ist Ihnen durch den Vergleich der im Versuch ermittelten Messwerte mit den theoretischen Vorhersagen sowie die Diskussion der Unterschiede deutlich geworden. Durch die **Arbeit in kleinen Gruppen**, bei denen jeweils ein(e) andere(r) die Verantwortung und Leitung übernommen hat, haben die Studierenden effektive Zusammenarbeit erlernt und damit die Fähigkeit zur späteren Zusammenarbeit im betrieblichen und wissenschaftlichen Umfeld erworben. Sie **kommunizieren sicher über fachliche Inhalte** und sind in der Lage, durch Diskussion in der Gruppe und Rückfrage bei Experten zu einer korrekten **Beurteilung technisch-wissenschaftlicher Fragestellungen** zu gelangen.

**Inhalt:** In den Versuchen werden praktische Inhalte aus den Gebieten der Leistungselektronik und der Energiesystemtechnik an die Studierenden (Kleingruppen mit 3 bis 4 Teilnehmern) vermittelt. Das Praktikum gliedert sich dabei in **vier Teile**, deren jeweiliger Anteil dem aktuellen Stand der Technik angepasst wird. Der erste Teil umfasst Versuche mit netzgeführten Stromrichtern, bei denen **Gleichspannungen** oder **Gleichströme** beispielsweise zum Betrieb einer Gleichstrommaschine aus den Wechselspannungen des Energieversorgungsnetzes bereitgestellt werden. Der zweite Teil befasst sich mit der Wandlung von Gleichspannungen mit Hilfe von **Hoch- und Tiefsetzstellern**; hier kommen **selbstgeführte Stromrichter** zum Einsatz. Im dritten Teil wird der Betrieb von **Induktionsmaschinen** am selbstgeführten dreisträngigen Stromrichter untersucht. Der vierte Teil behandelt Fragestellungen aus dem Bereich der

**Energiesystemtechnik.** Hier wird beispielsweise das Betriebsverhalten von **Windkraftanlagen** am Modell untersucht, die über Stromrichter geregelt die Energie ins Verteilungsnetz einspeisen. Das Praktikum vertieft das Wissen über leistungselektronische Komponenten und besonders wichtige elektrische Maschinen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der systemorientierten Betrachtung von Fragestellungen der Energieumwandlung und den daraus resultierenden Aufgaben der Messtechnik. Zudem erlangen die Studierenden auch praktische Erfahrungen mit der **Inbetriebnahme und Parametrierung von Regelungen** für energietechnische Anlagen. Die Versuche des Praktikums greifen Inhalte von Vertiefungsvorlesungen auf, verfügen aber jeweils über eigene didaktisch angepasste Versuchsbeschreibungen. Auf diese Weise können didaktische **Synergieeffekte** zwischen Vertiefungsvorlesungen und Praktikum realisiert werden.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Beherrschung der Grundlagen der Elektrotechnik, der Energietechnik und der Leistungselektronik sowie des Inhalts der Vorlesungen Elektrische Antriebe bzw. Einführung in die Energiesystemtechnik, Mechatronische Antriebssysteme sowie Geregelte leistungselektronische Stellglieder.

**Arbeitsaufwand:** 90 Stunden

8 Versuche zu je 4 SWS entsprechen 32 Stunden Anwesenheit. Für die Vorbereitung werden 24 Stunden (3 Stunden je Versuch für 8 Versuche), für die Ausarbeitung des Praktikumsberichts 34 Stunden (ca. 4 Stunden je Versuch) veranschlagt.

**Prüfungsform:** Praktikum, studienbegleitend

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Aktive Teilnahme an sieben Versuchen, Schreiben je eines Versuchsberichts pro Versuch als Gruppenleistung, Testat von sieben Versuchsberichten

## 2.17 142083: Master-Praktikum Regenerative Elektrische Energietechnik

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 142083   |
| <b>Lehrform:</b>         | Praktikum  |
| <b>Medienform:</b>       | Tafelanschrieb   |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis   |
| <b>Dozenten:</b>         | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis<br>M. Sc. Johnny Chhor<br>M. Sc. Vile Kipke |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch  |
| <b>SWS:</b>              | 3  |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 3  |
| <b>Gruppengröße:</b>     | typisch 3 - 4 Studierende je Gruppe, max. 12 Studierende                           |
| <b>Angeboten im:</b>     | Sommersemester   |

**Ziele:** Die Studierenden erweitern und vertiefen durch das Praktikum ihr **praktisches und theoretisches Wissen auf dem Gebiet der regenerativen Energiequellen**. Sie verstehen, wie Technologien zur Nutzung regenerativer Energiequellen in der Praxis eingesetzt werden und dimensionieren entsprechende Systeme auf Basis von Simulations- und Auslegungssoftware. Sie **analysieren die Ergebnisse von Laborversuchen** und nutzen diese zur Bewertung von Systemen der regenerativen Energietechnik und deren Komponenten. Sie **berücksichtigen parasitäre Effekte und konstruktive sowie materialabhängige Restriktionen** bei der Konzipierung, Auslegung und Inbetriebnahme von regenerativen Energieumwandlungssystemen. Sie sind in der Lage, praktische Versuche vorzubereiten, durchzuführen, Messungen zu dokumentieren und **Messdaten zielgerichtet aufzubereiten** und in einem schriftlichen **Bericht wissenschaftlich einwandfrei** darzustellen. Sie **konfigurieren und bedienen leistungsfähige Messgeräte**, beispielsweise hochwertige Digitaloszilloskope, sowie die zugehörigen Messwandler sicher und stellen die Messdaten in digitaler Form für die Dokumentation und Analyse bereit. Der Unterschied bzw. der Grad der Übereinstimmung zwischen Theorie und Praxis und die Gründe dafür ist Ihnen durch den Vergleich der im Versuch ermittelten Messwerte mit den theoretischen Vorhersagen sowie die Diskussion der Unterschiede deutlich geworden. Durch die **Arbeit in kleinen Gruppen**, bei denen jeweils ein(e) andere(r) die Verantwortung und Leitung übernommen hat, haben die Studierenden effektive Zusammenarbeit erlernt und damit die Fähigkeit zur späteren Zusammenarbeit im betrieblichen und wissenschaftlichen Umfeld erworben. Sie **kommunizieren sicher über fachliche Inhalte** und sind in der Lage, durch Diskussion in der Gruppe und Rückfrage bei Experten zu einer korrekten **Beurteilung technisch-wissenschaftlicher Fragestellungen** zu gelangen.

**Inhalt:** Im Rahmen des Master-Praktikums 'Regenerative elektrische Energietechnik' werden, aufbauend auf dem in Vorlesungen erarbeiteten Vorwissen, das Betriebsverhalten von Energieumwandlungssystemen auf Basis von Laborprüfständen nachgebildet und untersucht. Hierzu werden die Betriebscharakteristiken durch Messung und Auswertung der relevanten Betriebsgrößen dargestellt und diskutiert. Das Praktikum besteht aus sieben Versuchen, welche sich mit der Photovoltaik, der Windenergie, dem Energiemanagement in dezentralen Energiesystemen, Eigenschaften leistungselektronischer Grundschaltungen sowie der Netzkonditionierung und der Integration Erneuerbarer Energien befassen. Neben Versuchen an Laborprüfständen

werden Anlagen der dezentralen Energieversorgung mit Hilfe der Simulationssoftware anesys projektiert, analysiert und optimiert.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Vorlesungen Regenerative Elektrische Energietechnik und Einführung in die Energiesystemtechnik

**Arbeitsaufwand:** 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 8 Wochen zu je 3 SWS entsprechen 24 Stunden Anwesenheit. Für die Vorbereitung und Ausarbeitung werden jeweils 8 Stunden, insgesamt 64 Stunden veranschlagt. Es verbleiben 2 Stunden für die sonstige Organisation der Praktikumsdurchführung.

**Prüfungsform:** Praktikum, studienbegleitend

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Aktive Teilnahme an sieben Versuchen, Schreiben je eines Versuchsberichts pro Versuch als Gruppenleistung, Testat von sieben Versuchsberichten

## 2.18 143081: Master-Seminar Energiesystemtechnik

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 143081   |
| <b>Lehrform:</b>         | Seminar  |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis                                 |
| <b>Dozenten:</b>         | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis<br>Prof. Dr.-Ing. Volker Staudt |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch  |
| <b>SWS:</b>              | 3  |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 3  |
| <b>Gruppengröße:</b>     | ca. 20 Studierende   |
| <b>Angeboten im:</b>     | Sommersemester   |

**Ziele:** Die Studierenden beherrschen die **selbständige, wissenschaftsorientierte Aufarbeitung** komplexer technischer Zusammenhänge. Sie erstellen daraus eine Ausarbeitung sowie einen Vortrag sowie die den Vortrag tragende Präsentation. Sie wenden Grundzüge der Präsentationstechnik und Rhetorik erfolgreich an. Im Vortrag **vermitteln Sie die Zusammenhänge verständlich und erfolgreich** anderen Studierenden. Sie haben die Fähigkeit zum wissenschaftlichen Umgang mit technischer und wissenschaftlicher Literatur. Sie **kombinieren erfolgreich Informationen** aus selbst gefundenen, ausgewählten und bewerteten Quellen.

**Inhalt:** **Ausgewählte Themen** der Energiesystemtechnik werden von den Studierenden **eigenständig erarbeitet** und für die Präsentation in einem Vortrag aufbereitet. Das Spektrum der Themen umfasst: Stromrichter und ihre Regelung, elektrische Maschinen und ihre Regelung, Photovoltaik, Windenergiekonverter, Energie- und Batteriemangement und Themen aus dem Umfeld der Elektromobilität. Das Seminar greift damit Themen aus Vertiefungsvorlesungen des Instituts auf. So können didaktische **Synergieeffekte** zwischen den Vorlesungsinhalten und der detaillierten eigenständigen Darstellung im Seminar genutzt werden. Eine Einführung in Präsentationstechniken und Rhetorik zeigt auf, wie ein Vortrag zielgerichtet und in hoher Qualität gehalten wird und wie die zugehörige Präsentation gestaltet werden sollte. Eine Einführung in Quellenauswahl und Literaturrecherche erleichtert das Auffinden und Bewerten wissenschaftlicher Texte.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Grundlagenwissen aus der Elektrotechnik und der Energietechnik. Fachwissen aus den Vorlesungen “Einführung in die Energiesystemtechnik” und “Elektrische Antriebe”. Grundtechniken zur Aufarbeitung und Präsentation ingenieurwissenschaftlicher Themen.

**Arbeitsaufwand:** 90 Stunden

Es finden 8 Seminare mit einer Dauer von jeweils 2 Stunden statt, damit ergeben sich 16 Stunden Anwesenheitspflicht. Jeder Studierende bereitet einen - umfangreichen - Seminarvortrag einschließlich der zugehörigen Präsentationsunterlagen vor. Einschließlich der Literaturrecherche sind dazu 74 Stunden erforderlich.

**Prüfungsform:** Seminarbeitrag, studienbegleitend

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Anfertigung und Testierung einer Präsentation, Halten eines Fachvortrags, Testierte schriftliche Ausarbeitung der Kerninhalte des Vortrags

## 2.19 143000: Master-Seminar Moderne Verfahren der Regelungstechnik

|                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| <b>Nummer:</b>           | 143000                    |
| <b>Lehrform:</b>         | Seminar                   |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Jan Lunze  |
| <b>Dozent:</b>           | Dr.-Ing. Christian Wölfel |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch                   |
| <b>SWS:</b>              | 3                         |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 3                         |
| <b>Angeboten im:</b>     | Sommersemester            |

**Ziele:** Die Studierenden haben Kenntnisse zur wissenschaftlichen Behandlung eines gegebenen Themas durch Literaturstudium, Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation mit anschließender Diskussion sowie Ausarbeitung eines schriftlichen Berichts.

**Inhalt:** Im Seminar werden Themen behandelt, die im Rahmen des Studienschwerpunktes Automatisierungstechnik von Interesse sind und spezielle Gebiete moderner Verfahren der Regelungstechnik betreffen. Beispiele sind:

- Modellbildung,
- Entwurf prädiktiver Regelungen,
- Analyse von Totzeitsystemen oder
- Robustheit von Regelungen.

Die Studenten sollen während des Seminars wichtige und für die Praxis relevante Erweiterungen von bekannten Methoden der Regelungstechnik verstehen und in Form von Vorträgen ihren Kommilitonen vorstellen.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

**Inhalte der Lehrveranstaltungen**

- Systemdynamik und Reglerentwurf
- (parallele Teilnahme an) Mehrgrößensysteme und digitale Regelung

**Arbeitsaufwand:** 90 Stunden

Der Arbeitsaufwand berechnet sich wie folgt: 20 Stunden Pflichtteilnahme an festgelegten Terminen. Für die Bearbeitung des Seminarthemas sind 50 Stunden erforderlich. 20 Stunden sind für die Vorbereitung der Präsentation und Ausarbeitung des Berichtes vorgesehen.

**Prüfungsform:** Seminarbeitrag, studienbegleitend

## 2.20 140003: Master-Startup ETIT

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 140003   |
| <b>Lehrform:</b>         | Beliebig   |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Thomas Musch                        |
| <b>Dozenten:</b>         | Dr.-Ing. Christoph Baer<br>M. Sc. Birk Hattenhorst |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch  |
| <b>SWS:</b>              | 2  |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 1  |
| <b>Gruppengröße:</b>     | maximal 70   |
| <b>Angeboten im:</b>     | Wintersemester und Sommersemester                  |

**Ziele:** Die Studierenden haben eine Erleichterung des Einstiegs in das Studium; die Studierenden sind untereinander vernetzt und haben Einsicht in Berufsbilder, Karrieremöglichkeiten etc.

**Inhalt:** Programm WiSe 21/22

20.10.21 Einführung

27.10.21 RUB Wie geht das?

03.11.21 Vorstellung VDE/ Electronic Workshop

10.11.21 Vorstellung IEEE SIGHT

17.11.21 Vorstellung Fachschaftsrat ETIT / RUB Motorsport

24.11.21 Lehrstuhlführung

01.12.21 Auslandsinfoveranstaltung (16 uhr)

08.12.21 Bergbaumuseum (unter Vorbehalt)

15.12.21 Weihnachtsmarkt Bochum

12.01.22 Planetarium Bochum (unter Vorbehalt)

19.01.22 Dos and don'ts in mündlichen Prüfungen

Moodle Kurs: "Master Start UP ETIT" <https://moodle.ruhr-uni-bochum.de/m/course/view.php?id=1495>

Passwort: RUBETIT

**Arbeitsaufwand:** 30 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich aus der Präsenzzeit bei den einzelnen Veranstaltungsterminen.

**Prüfungsform:** None, studienbegleitend

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Teilnahme an 10 von 12 Terminen

## 2.21 144101: Masterarbeit ETIT

|                          |                                    |
|--------------------------|------------------------------------|
| <b>Nummer:</b>           | 144101                             |
| <b>Lehrform:</b>         | Masterarbeit                       |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Studiendekan ETIT                  |
| <b>Dozent:</b>           | Hochschullehrer der Fakultät ET/IT |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch                            |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 30                                 |
| <b>Angeboten im:</b>     | Wintersemester und Sommersemester  |

**Ziele:** Die Teilnehmer sind mit Arbeitsmethoden der wissenschaftlichen Forschung und der Projektorganisation vertraut. Ihre fortgeschrittenen Kenntnisse und Arbeitsergebnisse können sie verständlich präsentieren.

**Inhalt:** Weitgehend eigenständige Lösung einer wissenschaftlichen Aufgabe unter Anleitung. Präsentation der eigenen Ergebnisse der Masterarbeit.

**Voraussetzungen:** siehe Prüfungsordnung

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Vorkenntnisse entsprechend dem gewählten Thema erforderlich

**Arbeitsaufwand:** 900 Stunden

6 Monate Vollzeittätigkeit

**Prüfungsform:** Abschlussarbeit, studienbegleitend

## 2.22 141400: Mechatronische Antriebssysteme

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Nummer:</b>           | 141400   |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen  |
| <b>Medienform:</b>       | rechnerbasierte Präsentation   |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis   |
| <b>Dozenten:</b>         | Dr.-Ing. Matthias Krüger<br>M. Sc. Florian Bendrat<br>Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch  |
| <b>SWS:</b>              | 4  |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 5  |
| <b>Gruppengröße:</b>     | ca. 25 Studierende   |
| <b>Angeboten im:</b>     | Sommersemester   |

**Ziele:** Die Studierenden beherrschen **Methoden der Systembeschreibung** und **Ordnungsreduktion** und können auf dieser Basis **komplexe mechatronische Systeme** in **applikationsspezifischem Detailgrad** modellieren. Konkret kennen Sie **Modelle für eine Vielzahl elementarer Einheiten elektro-mechanischer Systeme**, beispielsweise Getriebe, drehelastische Kupplungen, leistungselektronische Stellglieder, elektrische Maschinen und Sensoren. Die Studierenden **kombinieren und adaptieren diese Modelle** und nutzen diese zur **Analyse und Optimierung** des Systemverhaltens sowohl in stationären Betriebszuständen als auch bei dynamischen Zustandsänderungen. Sie sind in der Lage, im interdisziplinären Umfeld von elektrischer Antriebstechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik sowie Maschinenbau sicher mit Experten und Anwendern zu kommunizieren und **gezielt Lösungen für herausfordernde Aufgabenstellungen** zu erarbeiten und zu bewerten. Dazu gehört auch die **aktive Dämpfung von Torsionsschwingungen** in Antriebssträngen von z.B. Windenergiekonvertern oder Elektrofahrzeugen.

**Inhalt:** In der Vorlesung 'Mechatronische Antriebssysteme' werden zunächst die Methoden der Systembeschreibung vermittelt. Danach wird detailliert auf die Übertragungsfunktionen von elementaren Systemeinheiten (Getriebe, drehelastische Kupplung, leistungselektronische Stellglieder, Sensoren, mechanisch-elektrische Energiewandler, elektrische Antriebsmotoren), auf die Diskretisierung der Systemstruktur und die Modellbildung mit besonderem Augenmerk auf das stationärem und dynamische Verhalten eingegangen. Um diese komplexen Systeme mathematisch modellieren zu können ist eine Ordnungsreduktion erforderlich, wofür in der Vorlesung Verfahren vorgestellt werden. Im Rahmen der theoretischen und experimentellen Systemanalyse werden abschließend komplette Antriebssysteme mit den zugehörigen Regelungen (Drehzahl- und Drehmomentregelung sowie aktive Torsionsschwingungsdämpfung) modelliert und ausgelegt.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Physik, Leistungselektronik, Regelungstechnik

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Bestandene mündliche Abschlussprüfung

## 2.23 141006: Mehrgrößensysteme und digitale Regelung

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Nummer:</b>           | 141006  |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen                             |
| <b>Medienform:</b>       | Folien<br>Moodle<br>Tafelanschrieb                  |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Jan Lunze                            |
| <b>Dozenten:</b>         | Prof. Dr.-Ing. Jan Lunze<br>M. Sc. Alexander Schwab |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch   |
| <b>SWS:</b>              | 4   |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 5   |
| <b>Gruppengröße:</b>     | 20  |
| <b>Angeboten im:</b>     | Sommersemester                                      |

**Ziele:** Die Studierenden haben die fachspezifischen Kenntnisse auf dem Gebiet der Regelungstechnik durch Vermittlung fortgeschrittener, moderner Entwurfsverfahren vertieft. Sie haben Erfahrungen gesammelt und Fertigkeiten ausgebildet im Umgang mit rechnergestützten Entwurfswerkzeugen durch die Lösung von Projektaufgaben.

**Inhalt:** Beschreibung und Verhalten von Mehrgrößensystemen, Entwurf von Mehrgrößenregelungen und digitalen Regelungen, Nutzung für MATLAB für die Systemanalyse und den Reglerentwurf (vorlesungsbegleitende Projektaufgabe), insbesondere: Einstellregeln für Mehrgrößensysteme, Entwurf von Mehrgrößenregelungen durch Polverschiebung, Optimale Regelung, Direktes Nyquist-Verfahren, Beobachterentwurf, zeitdiskrete Regelungssysteme, Entwurf von Abtastreglern

Zum Inhalt der Lehrveranstaltung gehört die Bearbeitung eines Projekts (siehe Lehrbuch; Erläuterung in der Vorlesung). Die Abgabe der Projektergebnisse ist Voraussetzung für die Zulassung zur Klausur (Frist zur Abgabe: 4 Wochen vor der Klausur).

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

**Inhalte der Lehrveranstaltung**

- Automatisierungstechnik
- Systemdynamik und Reglerentwurf

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** schriftlich, 120 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiche Bearbeitung eines Projektes inklusive schriftlicher Ausarbeitung der Projektergebnisse in der Veranstaltung sowie erfolgreiches Bestehen der Modulklausur

**Literatur:**

- [1] Lunze, Jan "Regelungstechnik 2: Mehrgrößensysteme, Digitale Regelung - 10. Auflage", Springer Verlag, 2020

## 2.24 141011: Nichtlineare Regelungen

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Nummer:</b>           | 141011                                      |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen                     |
| <b>Medienform:</b>       | Folien<br>Moodle<br>Tafelanschrieb          |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Jan Lunze                    |
| <b>Dozenten:</b>         | Dr.-Ing. Jan Richter<br>M. Sc. Philipp Welz |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch                                     |
| <b>SWS:</b>              | 3   |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 4   |
| <b>Angeboten im:</b>     |   |

**Ziele:** Diese Lehrveranstaltung ergänzt die Vorlesungen über dynamische Systeme und Reglerentwurf für lineare dynamische Systeme durch die Einführung der Theorie nichtlinearer dynamischer Systeme. Die lineare Betrachtungsweise, die in Arbeitspunktnähe gültig ist, schließt die Untersuchung des transienten Verhaltens, das sich auf den gesamten Betriebsbereich auswirkt, aus. Große Transienten entstehen zum Beispiel durch Abstell- und Anfahrvorgänge, aufgrund von Änderungen des Arbeitspunktes und aufgrund von Fehlern und Ausfällen. Die genannten Phänomene dominieren nahezu alle Anwendungen. Deshalb haben die Studenten Kompetenzen in den im Kurs vermittelten Themen erworben.

### Inhalt:

1. Einführung in nichtlineare Systeme
2. Grafische Analyse von dynamischen Systemen 1. und 2. Ordnung
3. Stabilität von autonomen nichtlinearen Systeme: Ljapunow-Theorie
4. Stabilität der nichtlinearen Systeme mit Eingängen
5. Passivitätsbasierte Regelung von Lure-Systemen
6. Feedback-Linearisierung
7. Differenzielle Flachheit
8. Stückweise affine Systeme
9. Beobachter für nichtlineare Systeme
10. Stochastische Filter für nichtlineare Systeme

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

**Inhalte der Lehrveranstaltung**

- Systemdynamik und Reglerentwurf
- Mehrgrößensysteme und digitale Regelung

**Arbeitsaufwand:** 120 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 3 SWS entsprechen in Summe 42 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 22 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

**Literatur:**

- [1] Adamy, Jürgen "Nichtlineare Regelungen", Springer Verlag, 2009
- [2] Khalil, Hassan K. "Nonlinear Systems", Prentice Hall, 2002
- [3] Sastry, Shankar "Nonlinear Systems - Analysis, Stability, and Control (Interdisciplinary Applied Mathematics)", Springer Verlag, 1999

## 2.25 141105: Nichttechnische Veranstaltungen

|                          |                                   |
|--------------------------|-----------------------------------|
| <b>Nummer:</b>           | 141105                            |
| <b>Lehrform:</b>         | Beliebig                          |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Dekan                             |
| <b>Dozent:</b>           | Dozenten der RUB                  |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch                           |
| <b>Angeboten im:</b>     | Wintersemester und Sommersemester |

**Ziele:** Innerhalb des Moduls setzen die Studierenden entsprechend ihrer Interessen verschiedene Schwerpunkte. Dafür steht Ihnen das breite Angebot der ganzen Universität zur Verfügung. Sie beherrschen entsprechend ihrer Auswahl verschiedene Schlüsselqualifikationen.

**Inhalt:** Neben den in der Studiengangsübersicht angegebenen Lehrveranstaltungen können die Studierenden aus dem Angebot der Ruhr-Universität weitere Veranstaltungen auswählen. Es muss sich dabei um nichttechnische Fächer handeln. Ausgenommen sind somit die Fächer der Ingenieurwissenschaften sowie der Physik und Mathematik. Möglich Inhalte sind dagegen Sprachen, BWL, Jura, Chemie etc.

Beispielsweise gibt es verschiedene spezielle **Englischkurse**: Es wird ein Kurs **Technisches Englisch** für Bachelorstudierende der Fakultät angeboten. Außerdem wird ein weiterführender Englischkurs **Projects and management in technical contexts** für Masterstudierende angeboten. Schließlich richtet sich der allgemeine Kurs **Engineer your careers** an Bachelor- und Masterstudierende.

Aus anderen Bereichen gibt es folgende Kurse:

[Der Ingenieur als Manager](#)

[Methods and Instruments of Technology Management](#)

[Projektmanagement für Ingenieure](#)

Im Zusammenhang mit dem Thema “Existenzgründung” gibt es folgenden Kurs:

[Coaching für Existenzgründer](#)

[Unsicherheitserfahrung und Bewältigungsstrategien im unternehmerischen Kontext  
– Simulationsbasierte Lernansätze](#)

Bei der Auswahl kann außerdem das Vorlesungsverzeichnis der Ruhr-Universität verwendet werden, eine Beispiele sind:

Oem

BWL: <https://www.wiwi.ruhr-uni-bochum.de/zfoeb>

Sprachen: <http://www.ruhr-uni-bochum.de/zfa/>

Recht: <https://zrsweb.zrs.rub.de/institut/qzr/>

Schreibzentrum: <https://www.zfw.rub.de/sz/> (z.B. [Vorbereitung auf die Abschlussarbeit](#) )

Bitte beachten Sie, dass die Vorlesungen “BWL für Ingenieure” und “BWL für Nichtökonom” identischen Inhalt haben und deshalb nur eine von beiden Veranstaltungen anerkannt werden kann. Gleiches gilt für die Veranstaltungen “Kostenrechnung” und “Einführung in das Rechnungswesen/Controlling”.

**Voraussetzungen:** entsprechend den Angaben zu der gewählten Veranstaltungen

**Empfohlene Vorkenntnisse:** entsprechend den Angaben zu der gewählten Veranstaltungen

**Prüfungsform:** None, studienbegleitend

**Beschreibung der Prüfungsleistung:** Die Prüfung kann entsprechend der gewählten Veranstaltungen variieren.

## 2.26 141403: Regenerative elektrische Energietechnik

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Nummer:</b>           | 141403  |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen                                     |
| <b>Medienform:</b>       | rechnerbasierte Präsentation                                |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis                      |
| <b>Dozenten:</b>         | Prof. Dr.-Ing. Constantinos Sourkounis<br>M. Sc. Vile Kipke |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch   |
| <b>SWS:</b>              | 4   |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 5   |
| <b>Gruppengröße:</b>     | ca. 20 Studierende  |
| <b>Angeboten im:</b>     | Wintersemester  |

**Ziele:** Die Studierenden **beurteilen das Potential** der verschiedenen regenerativen Energiequellen standortabhängig sicher und erstellen eine **nutzungsspezifische Beschreibung**. Sie kennen die verfügbaren Technologien zur Nutzung regenerativer Energiequellen und **konzipieren Energieversorgungssysteme** auf der Basis von regenerativen Energiequellen. Sie legen solche Systeme aus und können deren Realisierung leiten. Sie beherrschen die Beurteilung existierender Energieversorgungssysteme und erarbeiten deren **gezielte Weiterentwicklung und Optimierung**. Sie kommunizieren sicher mit Experten und Anwendern und beziehen die erlangten Informationen in ihre Arbeit ein. Sie besitzen die **wissenschaftliche Qualifikation**, um im Bereich der Weiterentwicklung regenerativer Energienutzung in Industrie und Forschung tätig zu sein.

**Inhalt:** In der Vorlesung 'Regenerative elektrische Energietechnik' werden die verfügbaren regenerativen Energieträger Sonne, Wind, geothermischer Wärme und Biomasse detailliert beschrieben. Die nutzbaren Potentiale sowie deren Standort-, Tages- und Jahreszeitabhängigkeit werden vorgestellt. Technologien zur gezielten Umwandlung regenerativer Energie in nutzbare Energieformen werden erläutert und sowohl bezüglich des stationären als auch des dynamischen Betriebsverhaltens dargestellt. Besonderes Augenmerk liegt auf der nutzungsgerechten Beschreibung der Energiequellen und der Auswahl der für die jeweilige Energieform sinnvollsten Energieumwandlungskette.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:** Physik, Leistungselektronik, Regelungstechnik

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** mündlich, 30 Minuten

## 2.27 141007: Systemdynamik und Reglerentwurf

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Nummer:</b>           | 141007  |
| <b>Lehrform:</b>         | Vorlesungen und Übungen                               |
| <b>Medienform:</b>       | Folien<br>Moodle<br>Tafelanschrieb                    |
| <b>Verantwortlicher:</b> | Prof. Dr.-Ing. Jan Lunze                              |
| <b>Dozenten:</b>         | Prof. Dr.-Ing. Jan Lunze<br>Dr.-Ing. Christian Wölfel |
| <b>Sprache:</b>          | Deutsch   |
| <b>SWS:</b>              | 4   |
| <b>Leistungspunkte:</b>  | 5   |
| <b>Gruppengröße:</b>     | 40  |
| <b>Angeboten im:</b>     | Wintersemester  |

**Ziele:** Die Studierenden haben fachspezifische Kenntnisse der Regelungstechnik zur Modellbildung, Analyse und Entwurf von Reglern, Grundkenntnisse für den Umgang mit dem Programmsystem MATLAB.

**Inhalt:** Verhalten linearer kontinuierlicher Systeme und Entwurf einschleifiger Regelungen, Methoden zur Modellbildung im Zeitbereich und im Frequenzbereich, zur Analyse des Verhaltens linearer Systeme, zur Stabilitätsanalyse rückgekoppelter Systeme und zum Reglerentwurf. Einführung in das Programmpaket MATLAB für rechnergestützte Analyse und Entwurf.

**Voraussetzungen:** keine

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

**Inhalte der Lehrveranstaltung**

- Automatisierungstechnik

**Arbeitsaufwand:** 150 Stunden

Der Arbeitsaufwand ergibt sich wie folgt: 14 Wochen zu je 4 SWS entsprechen in Summe 56 Stunden Anwesenheit. Für die Nachbereitung der Vorlesung und die Vor- und Nachbereitung der Übungen sind etwa 4 Stunden pro Woche, in Summe 56 Stunden, erforderlich. Etwa 38 Stunden sind für die Klausurvorbereitung vorgesehen.

**Prüfungsform:** schriftlich, 120 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:** Erfolgreiches Bestehen der Modulklausur

**Literatur:**

- [1] Lunze, Jan "Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen - 12. Auflage", Springer Verlag, 2020