

Technische Universität Dortmund
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Modulhandbuch
für den Masterstudiengang
Elektrotechnik und Informationstechnik

Aktualisierte Version
gemäß Beschluss des Studienbeirates vom
28.03.2025

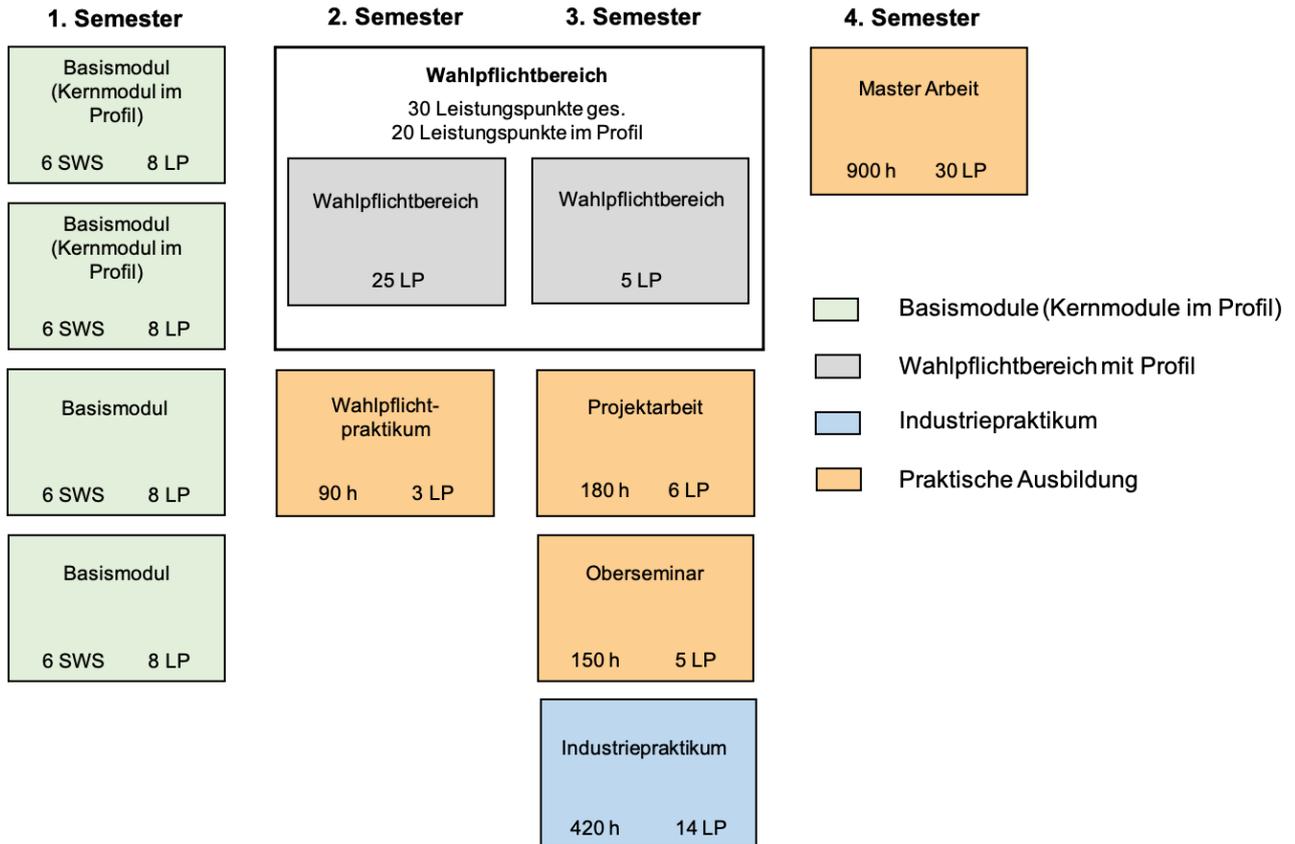
Vorlage für den Fakultätsrat am 30.04.2025

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Struktur des Studiengangs.....	4
Lernergebnisse, Qualifikationsziele und fachliche Kompetenzen	5
1. Semester/ Basismodule	6
Modul 1-3: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Modellierung und Simulation signalverarbeitender Systeme	7
Modul 1-4: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Simulation gemischter Systeme.....	9
Modul 1-6: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Robotik und Automotive	10
Modul 1-7: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Power System Operation and Stability	12
Modul 1-9: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Digitale Übertragungssysteme	14
Modul 1-10: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Modellbasierte Dimensionierung von Kommunikationssystemen.....	15
Modul 1-11: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Feld- und netzwerkbasierte Modellierung.....	17
Modul 1-12: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Nanotechnologien, THZ-Technik und Photonik	19
Modul 1-13: MODELLBILDUNG UND SIMULATION - Hochfrequenztechnik.....	21
Modul 1-15: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Photonische Systeme.....	22
Modul 1-16: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Moderne Halbleitertechnologie und Leistungshalbleiter	24
2. Semester	26
Praktikum 1: Electromagnetic Field Theory Simulation.....	27
Praktikum 2: Elektromagnetische Verträglichkeit	28
Praktikum 3: Digitale Übertragungstechnik.....	29
Praktikum 4: Simulative Leistungsbewertung von Kommunikationsnetzen	31
Praktikum 6: Simulation und Regelung von Robotersystemen	33
Praktikum 7: Simulation und Regelung von CO-Robotern.....	34
Praktikum 8: Programming Reconfigurable Hardware.....	35
Praktikum 9: Leitsystembetrieb für Elektrische Stromnetze.....	36
Praktikum 10: Moderne elektrische Antriebssysteme	37
Praktikum 11: Entwicklungsmethoden und Qualitätssicherungssysteme	38
Praktikum 12: High Performance Computing in Python	39
Modul 2-5: Power System Economics	40
Modul 2-8: Innovative Isoliersysteme.....	41
Modul 2-9: Entwicklungsmethoden und Qualitätssicherungssysteme.....	42
Modul 2-10: Optische Übertragungstechnik.....	44
Modul 2-14: 3D Computer Vision	45
Modul 2-15: Satellitenkommunikationstechnik	46
Modul 2-17: INTEGRIERTE SCHALTUNGEN	49
Modul 2-18: Methods of Information Technology: Statistical Signal Processing an Machine Learning	50
Modul 2-19: Local Networks - Communication and Control	52
Modul 2-22: Mikrostrukturtechnik	53
Modul 2-23: EMV und Zuverlässigkeit für Automotive Systems	54
Modul 2-24: Mehrgrößensysteme und optimale Regelung	56
Modul 2-30: Signal Integrity	57
Modul 3-20: Mobile Roboter	59

Modul 3-24: Digitale Quellencodierung	60
Modul 2-33: Schnellschaltende leistungselektronische Systeme	61
Modul 2-34: Remote Sensing	62
Modul 2-35: Selected Chapters in High Voltage Technology.....	63
Modul 2-36: Automotive Systems.....	64
Modul 2-37: Sichere Kommunikationstechnik.....	65
Modul 2-38: Smart Grids	66
Modul 3-28: Machine Learning in Robotics	68
Modul 2-41: Hochintegrierte Mikro- und Nanosysteme.....	69
Modul 2-48: Optimal Power Flow Problems.....	70
Module 2-49: Mobile Radio Networks 1: Fundamentals and Design Aspects	72
Module 2-50 Mobile Radio Networks 2: Advanced Network Concepts	74
Modul 2-52: Nanotechnologie	76
Modul 2-53: Entwurf und Modellierung leistungselektronischer Systeme	77
Modul 2-54: Diagnose und Zustandsanalyse in der elektrischen Energieversorgung.....	79
Modul 2-54: Principles of Sustainability	81
Modul 2-45: Quantum Computing.....	82
3. Semester	84
Module 2-1: Design and Operation of Electrical Machines	85
ETIT-220	85
Modul 3-5: Optosensorik für Energieanlagen	86
Modul 3-10: Messtechnik photonischer Netze	87
Modul 3-11: Hochfrequenzsysteme	88
Modul 3-13: Satellitennavigation	89
Modul 3-16: Komponenten und Systeme für die Elektromobilität.....	91
Modul 3-18: Technologien und Bauelemente der Integrierten Optik	93
Modul 3-22: Nichtlineare Systeme und adaptive Regelung	94
Modul 3-29: Leistungselektronische Schaltungen	95
Modul 3-31: Numerische Feldberechnung	96
Modul 3-33: Electric Drive Systems	97
Modul 3-36: Integrierte Photonik	98
Modul 2-25: Modellierung und Regelung von Robotern	99
Modul 3-40: Gassensorik.....	100
Modul 3-42: Planning and Operation of Distributed Energy Sources	101
Modul 3-43: Automated Driving.....	103
Modul 3-44: Energy Economics and Technologies.....	104
Modul 3-47: Simulation and Testing Methods for Modern Power Systems	105
Projektarbeit	106
Oberseminar.....	107
Industriepraktikum	108
4. Semester	109
Masterarbeit	110
Versionsinformationen	111

Struktur des Studiengangs



Lernergebnisse, Qualifikationsziele und fachliche Kompetenzen

Mit dem erfolgreichen Abschluss des Masterstudium Elektrotechnik und Informationstechnik wird ein weiterer berufsqualifizierender Abschluss erworben. Der Masterstudiengang führt den Bachelorstudiengang fachlich fort und setzt die in einem einschlägigen Bachelorstudiengang erworbenen Qualifikationen bei den Studierenden voraus. Das Masterstudium ist forschungsorientiert und dient sowohl der Vertiefung von weiterführenden fachlichen wie auch methodisch-analytischen Kompetenzen. Die Studierenden erwerben, aufbauend auf dem fachspezifischen Grundlagenwissen, fundierte methodische Kenntnisse auf dem Gebiet Modellbildung und Simulation, welche durch ein Wahlpflichtpraktikum mit einer praktischen Komponente ergänzt werden. In den gewählten Anwendungsbereichen verfügen die Absolventinnen und Absolventen über umfassende Kenntnisse, die dem aktuellen Stand der Technik entsprechen, und kennen aktuelle Problemstellungen der Elektrotechnik und Informationstechnik in diesen Bereichen. Mit dem Industriepraktikum als berufspraktische Komponente haben sie Einblick in eine ingenieurnahe Tätigkeit erhalten.

Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, aktuelle Problemstellungen in den Anwendungsbereichen mit wissenschaftlichen Methoden selbständig (Masterarbeit) und im Team (Industriepraktikum) zu lösen. Die individuell ausgeprägten Kenntnisse in einem der Schwerpunkte fördern die Fähigkeit der Studierenden, neue Konzepte innerhalb ihres Fachgebietes zu entwerfen und z.B. in einer an ein aktuelles Forschungsthema gebundenen Masterarbeit, umzusetzen. Weiterhin können die Absolventinnen und Absolventen wissenschaftliche Literatur so aufarbeiten und präsentieren, dass Fachkolleginnen und Fachkollegen die wesentlichen Konzepte und Ideen dieser Arbeiten verstehen, ohne die Ausarbeitungen selbst gelesen zu haben (Oberseminar).

Die möglichen Anwendungsbereiche decken das Spektrum der Elektrotechnik und Informationstechnik weitgehend ab. Für die Spezialisierung werden ab dem 2. Semester im Wahlpflichtbereich insgesamt vier Profile angeboten: Mit Computer Engineering, Elektrische Energietechnik, Nano- und Quantentechnologien sowie Robotik und Automotive werden die Profile des Bachelorstudiengangs unserer Fakultät aufgegriffen und gleichzeitig die Forschungsschwerpunkte der Fakultät abgebildet. In den gewählten Anwendungsbereichen können die Absolventinnen und Absolventen ohne große technische Einarbeitungszeit bei der Entwicklung entsprechender technischer Produkte tätig werden.

Die Fähigkeit zum kritischen Denken und Diskutieren sollen die Studierenden auch in ihre spätere Teilhabe am gesellschaftlichen Leben einbringen. Gesellschaftliches Engagement, verantwortliches Handeln und Persönlichkeitsentwicklung finden als Querschnittsthemen Eingang in das Studium. Die dadurch vermittelten interkulturellen Fähigkeiten tragen zur Persönlichkeitsentwicklung der Studierenden bei.

Durch die Prüfungen im Masterstudium soll festgestellt werden, ob die Kandidatinnen und Kandidaten in der Lage sind, selbstständig technische Probleme aus verschiedenen Bereichen der Elektrotechnik und Informationstechnik zu analysieren, in geeignete Teilaufgaben zu zerlegen, diese unter Anwendung von wissenschaftlichen Methoden und Erkenntnissen zu lösen und so zu einer Gesamtlösung zu gelangen. Weiterhin sollen die Kandidatinnen und Kandidaten zeigen, dass sie neue wissenschaftliche Methoden unter Anleitung entwickeln können.

Die vertiefenden fachlichen Kenntnisse, Fähigkeiten und Methoden der Absolventinnen und Absolventen befähigen sie sowohl zur verantwortlichen Durchführung und Beurteilung von Ingenieur Tätigkeiten als auch für eine eventuell nachfolgende Promotion in den Fächern Elektrotechnik und Informationstechnik.

1. Semester/ Basismodule

Insgesamt sind 4 Basismodule erfolgreich zu absolvieren.

Bei Profilwahl:

Es sind bestimmte Basismodule zu wählen, die dem Profil zugeordnet sind. Die Zuordnung befindet sich in Abschnitt 8 der Modulbeschreibungen. Die anderen Basismodule können frei gewählt werden.

Folgende 4 Profile stehen zur Auswahl:

- Computer Engineering
- Elektrische Energietechnik
- Nano- und Quantentechnologien
- Robotik und Automotive

Ohne Profilwahl:

Alle 4 Basismodule können frei gewählt werden.

Modul 1-3: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Modellierung und Simulation signalverarbeitender Systeme					ETIT-202
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium
Jährlich zum WS	1 Semester	1. Semester	8	70 h	170 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Modellierung und Simulation signalverarbeitender Systeme Vorlesung	08 0084 A (DT) 08 0084 B (BV)	V	4
	2	Modellierung und Simulation signalverarbeitender Systeme Übung	08 0085 A (DT) 08 0085 B (BV)	Ü	2
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch				
3	Lehrinhalte der Elemente 1 und 2 <ul style="list-style-type: none"> A) Modellierung und Simulation von Mobilfunksystemen <ul style="list-style-type: none"> 1. Simulation eines einfachen Übertragungssystems 2. Modellierung der mobilen Übertragungsstrecke (Kanal) 3. Verzerrte Übertragung und Matched Filter 4. Least Squares und MMSE Empfänger 5. Approximation des Empfängers, strukturierte Algorithmen 6. Maximum Likelihood, Sphere Detektor und Konvexe Optimierung B) Modellierung und Simulation von Bildsignalsystemen <ul style="list-style-type: none"> 1. Physikalische Modellierung der optischen Abbildung 2. Modellierung von Bildsensoren, optischen Systemen und deren Abbildungsfehlern 3. Darstellung von Bildinformation im Orts- und Frequenzraum 4. Verarbeitung von Farbbildern 5. Verarbeitung von Bildfolgen <p>Literatur Proakis: Grundlagen der Kommunikationstechnik, 2. Auflage Tranter: Principles of Communication Systems Simulation with Wireless Applications Jähne: Digitale Bildverarbeitung</p>				
4	Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Modelle signalverarbeitender Systeme zu erstellen und die Abläufe in solchen Systemen zu simulieren. Die verschiedenen Abstraktionsebenen bei der Simulation der Systeme (Matlab, C++, System C, VHDL) werden beherrscht. Die Studierenden sind in der Lage geeignete Vorgehensweisen bei der Systemmodellierung sowie der Simulation und Verifikation der verwendeten Methoden zu erarbeiten, insbesondere auch hinsichtlich einer Umsetzung auf eine Zielplattform. Insbesondere beherrschen sie die dargestellten Methoden zur Realisierung von Mobilfunk-Empfängern und können Aufgabenstellungen für Bildverarbeitungssysteme selbständig mit eigenständig ausgewählter Methodik lösen. Darüber hinaus haben die Studierenden ein Verständnis für die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Modellierung und Simulation in den beiden behandelten Anwendungsgebieten entwickelt. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Modellierung und Simulation von Mobilfunksystemen und Bildsignalsystemen z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Basismodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“.				

	Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“, Referenzmodulnummer: MB-320	
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Jürgen Götze Prof. Dr. rer. nat. Christian Wöhler	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Modul 1-4: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Simulation gemischter Systeme					ETIT-204	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	1. Semester	8	70 h	170 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung		LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Simulation gemischter Systeme Vorlesung		08 0119	V	4
	2	Simulation gemischter Systeme Übung		08 0120	Ü	2
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch					
3	Lehrinhalte 1. Allgemeine Systembeschreibung, 1D, 2D und 3D, Zeit- und Frequenzbereich, analoge und diskrete Signale und Systeme 2. Schaltungssimulation als Beispiel für eine Simulation konservativer Systeme, Zeit- und Frequenzbereichssimulation; nichtlineare zeitinvariante Systeme; kausale und nicht-kausale Modellierung 3. Methoden zur numerischen Lösung von gewöhnlichen linearen und nichtlinearen DGL/DAE 4. Simulation thermischer Systeme 5. Verfahren zur Reduktion der Modellkomplexität (Model Order Reduction) 6. Partielle Differentialgleichungen und Integrale Gleichungen zur Beschreibung von Systemen mit mehreren unabhängigen Variablen 7. Lösungsverfahren für partielle Differential- und Integralgleichungen 8. Modellierungssprachen VHDL-AMS, Modelica, Simulink und Simscape für gemischte Systeme (elektrisch, mechanisch und thermisch) 9. Aufbau und Anwendungen von gängigen Simulationsprogrammen 10. Elektrofahrzeug als komplexes Anwendungsbeispiel Literatur J. Vlach, K. Singhal, Computer Methods for Circuit Analysis and Design, KAP F. E. Cellier, E. Kofman, Continuous System Simulation, Springer, 2006					
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden die wichtigsten Methoden zur Simulation gemischter Systeme. Die Funktionsweise von typischen Programmen zur Systemsimulation ist bekannt und die Studierenden sind in der Lage diese anzuwenden und gegebenenfalls auch weiterzuentwickeln. Modelle für Systemkomponenten können erstellt und in der Komplexität für schnellere Berechnungen reduziert werden. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Simulation gemischter Systeme z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> Erfolgreiche Bearbeitung von vier Präsenz-Programmierungsübungen in Element 2 Die Studienleistung ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung. *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Basismodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“					
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Stephan Frei			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 1-6: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Robotik und Automotive					ETIT-206	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	1. Semester	8	70 h	170 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Regelungstechnische Modellierung und Identifikation Vorlesung	08 0072	V	2	
	2	Regelungstechnische Modellierung und Identifikation Übung	08 0073	Ü	1	
	3	Datenbasierte Modellierung und Optimierung Vorle-	08 0086	V	2	
	4	Datenbasierte Modellierung und Optimierung Übung	08 0087	Ü	1	
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch					
3	Lehrinhalte der Elemente 1 und 2 1. Parameteridentifikation, Strukturidentifikation, Least-Squares-Verfahren, Anwendungen 2. Methoden zur Frequenzgangmessung mit determinierten oder stochastischen Signalen, Anwendungen 3. Identifikation für zeitdiskrete Signale, Modelreduktion, Anwendungen Lehrinhalte der Elemente 3 und 4 1. Datenbasierte Modellierung: lineare Regression, Neuronale Netze, rekurrente Neuronale Netze, Dynamic Mode Decomposition, Sparse Identification of Nonlinear Dynamics 2. Optimierung: numerische Optimierung mit und ohne Nebenbedingungen, Liniensuchverfahren, Trust Region Methode, Penalty- und Grenzfunktionen 3. Anwendungen: Systemidentifikation für die Prädiktion und Simulation, NARX-Modelle, modellprädiktive Regelung, Robotik Literatur Isermann: Identifikation dynamischer Systeme 1 und 2; Nelles: Nonlinear System Identification Nocedal, Wright: Numerical Optimization Brunton & Kutz: Data-Driven Science and Engineering					
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls beherrschen die Studierenden die wesentlichen theoretischen Konzepte und Methoden zur Modellierung, Identifikation und Optimierung komplexer Systeme. Aufgabenstellungen in der Modellierung und Optimierung dynamischer Systeme können die Studierenden einordnen und selbständig mit eigenständig ausgewählten Methoden lösen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Modellierung, Identifikation und Optimierung komplexer und dynamischer Systeme z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Basismodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“. Kernmodul für das Profil Robotik und Automotive.					

	Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“, Referenzmodulnummer: MB-373 und MB-374	
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Dr. h.c. Torsten Bertram apl. Prof. Dr. rer. nat. Frank Hoffmann	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Modul 1-7: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Power System Operation and Stability					ETIT-207	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	1. Semester	8	70 h	170 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Power System Operation and Stability Lecture	08 0146	V	4	
	2	Power System Operation and Stability Exercise	08 0147	Ü	2	
2	Lehrveranstaltungssprache: English					
3	Teaching content of elements 1 and 2 The course is structured into two main sections: 1. Power System Supervision, Operation and Protection 1.1. Introduction into electrical power systems and its operational tasks 1.2 System architecture of power system control centers 1.3 Algorithms for power system calculation, supervision and operation 1.4 Substation automation and protection architecture 1.5 Power system protection functions and algorithms for short circuit and fault calculation 1.. Future trends in control centres 2. Power System Stability, Dynamics and Control 2.1 Stability in electrical power systems 2.2 Dynamic power system modelling and simulation 2.3 Small signal and transient rotor angle stability 2.4 Frequency stability 2.5 Voltage stability and voltage control 2.6 Measures to improve stability Literature Power System Stability and Control by Kundur Power System Analysis and Design by Overbye, Glover, Sarma Power System Operations by Conejo, Baringo					
4	Competencies The transformation of the electrical energy system towards a massive integration of renewable energy resources and sector coupling requires a deep understanding of system operation and stability aspects to guarantee security and reliability. After successful completion of the module, the students understand the architectural structure of power system supervision, control and protection systems as well as their algorithms for handling the operating conditions of electrical power grids from a security and economic perspective. The students are able to analyse the interaction of the supervision, control and protection components for the future transforming energy system. Furthermore, they have knowledge about all kinds of power system stability necessary for planning and operation under consideration of renewable energy and sector coupling. They are able to choose the appropriate models for stability assessment. Based on these, the dynamic behaviour and stability can be calculated and analysed.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten)* <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine					

8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Basismodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“. <u>Kernmodul</u> für das Profil „Elektrische Energietechnik“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-372	
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Christian Rehtanz	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Modul 1-9: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Digitale Übertragungssysteme					ETIT-209
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium
Jährlich zum WS	1 Semester	1. Semester	8	70 h	170 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Digitale Übertragungssysteme Vorlesung	08 0098	V	4
	2	Digitale Übertragungssysteme Übung	08 0099	Ü	2
2	Lehrveranstaltungsprache Deutsch				
3	Lehrinhalte der Elemente 1 und 2 1. Analyse und Modellierung von kontinuierlichen und diskreten Übertragungskanälen, insbesondere Funkkanälen, Entwurfswerkzeuge und Entwurfsablauf 2. Grundlagen der Informationstheorie 3. Analyse und Modellierung digitaler Modulationsverfahren 4. Breitbandverfahren und OFDM 5. Prinzipien der Kanalcodierung 6. Block und Faltungscodes 7. Codierte Modulation 8. Verfahren mit iterativer Decodierung 9. Kanalcodierung in aktuellen digitalen Übertragungsstandards Literatur Proakis: Digital Communications Moon: Error Correction Coding Sklar: Digital Communications – Fundamentals and Applications				
4	Kompetenzen Nach dem Abschluss der Modulprüfung besitzen die Studierenden fundierte Kenntnisse zum Aufbau von digitalen Übertragungssystemen und deren Hauptkomponenten. Sie sind in der Lage, Systeme, wie sie beispielsweise durch aktuelle Übertragungsstandards spezifiziert sind, zu modellieren und mittels Simulationen zu analysieren. Auf der Basis der Kenntnisse der wesentlichen Elemente sind sie in der Lage, neue Systeme zu konzipieren und hinsichtlich der Leistungsfähigkeit zu bewerten. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der digitalen Übertragungssysteme z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Basismodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“. Kernmodul im Profil Computer Engineering. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“, Referenzmodulnummer: MB-321				
9	Modulbeauftragte/r Dr.-Ing. Wolfgang Endemann		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 1-10: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Modellbasierte Dimensionierung von Kommunikationssystemen					ETIT-210	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	1. Semester	8	70 h	170 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Modellbas. Dimensionierung von Kommunikationssystemen Vorlesung	08 0114	V	3	
	2	Modellbas. Dimensionierung von Kommunikationssystemen Übung	08 0115	Ü	2	
	3	Modellbas. Dimensionierung von Kommunikationssystemen Praktikum	XXXXXX	P	1	
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch					
3	Lehrinhalte der Elemente 1 und 2 und 3 1. Analyse und Modellierung zufallsgesteuerter Prozesse 2. Ereignisorientierte und Prozessorientierte Simulationsmodelle 3. Methoden zur Generierung von (Pseudo)-Zufallszahlen 4. Statistische Verfahren zur Auswertung von Simulationsergebnissen 5. Modellierung von Kommunikationsnetzen und –protokollen und deren Systemumgebung 6. Validierung von Simulationsergebnissen mit analytischen Methoden 7. Netzplanung und –dimensionierung 8. Fallstudien: Zugriff mehrerer Stationen auf einen gemeinsamen Kommunikationskanal, Routing in drahtlosen Netzen, Sprachübertragung im Internet Literatur Tran-Gia: Einführung in die Leistungsbewertung und Verkehrstheorie J.B. Sinclair: Simulation of Computer Systems and Computer Networks Montgomery und Runger: Applied Statistics and Probability for Engineers					
4	Kompetenzen Nach dem Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden fundierte Kenntnisse zu Methoden der realitätsnahen Modellbildung und Analyse von Kommunikationssystemen. Sie sind in der Lage geeignete Systemmodelle für spezifische Problemstellungen der IKT zu entwickeln und die notwendigen Ergebnisse mit wissenschaftlichen Methoden abzuleiten und zu validieren. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der modellbasierten Dimensionierung von Kommunikationssystemen z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten)* <i>Studienleistungen:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Erfolgreiche Teilnahme an Element 3 *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Basismodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“. <u>Kernmodul</u> im Profil Computer Engineering. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“, Referenzmodulnummer: MB-322					

9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Christian Wietfeld	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
----------	--	---

Modul 1-11: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Feld- und netzwerkbasierte Modellierung					ETIT-217	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	1. Semester	8	70 h	170 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Leistungselektronische Schaltungen Vorlesung	08 0205	V	2	
	2	Leistungselektronische Schaltungen Praktikum	08 0206	P	1	
	3	Hochspannungstechnik Vorlesung	08 0144	V	2	
	4	Hochspannungstechnik Übung	08 0145	Ü	1	
2	Lehrveranstaltungssprache: Deutsch					
3	<p>Lehrinhalte der Elemente 1 und 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gleichspannungswandler 2. selbstgeführte Umrichter 3. Grundlagen weichschaltender und resonanter Systeme 4. Modulations- und Regelungsverfahren 5. Typische Anwendungen und vertiefende Aspekte <p>Lehrinhalte der Elemente 3 und 4</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Überspannungen in Hochspannungsnetzen 2. Überspannungsschutz 3. Hochspannungslaboratorium 4. Hochspannungserzeugung und Messung 5. Messung stationärer und transientser Ströme 6. Teilentladungsmesstechnik <p>Literatur Mohan, Undeland, Robbins: Power Electronics; Michel: Leistungselektronik, 4. Aufl.; Küchler: Hochspannungstechnik; Beyer, Moeller, Boeck, Zaengl: Hochspannungstechnik</p>					
4	<p>Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden die wichtigsten Schaltungstopologien selbstgeführter Gleichspannungswandler und Umrichter wie auch ihre Ansteuerung und Regelung. Sie sind außerdem mit den Grundzügen weichen Schaltens und resonanter Systeme vertraut. Die Studierenden können unter Zuhilfenahme professioneller Simulationswerkzeuge leistungselektronische Systeme analysieren.</p> <p>Die Studierenden verfügen über ein fundiertes Wissen bezüglich Fragestellungen im Bereich der Hochspannungstechnik. Die Auslegung von Hochspannungslaboratorien sowie die Erzeugung von hohen Spannungen und Strömen, die hiermit verknüpfte Messtechnik und Grundlagen der Hochspannungsprüfmethodik werden vermittelt.</p> <p>Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der feld- und netzwerkbasierten Modellierung z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.</p>					
5	<p>Prüfungen</p> <p><i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten)*</p> <p><i>Studienleistungen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erfolgreiche Teilnahme an den praktischen Versuchen in EL.2 (Einreichung von PLECS-Simulationen) <p>Die Studienleistung ist Voraussetzung zur Teilnahme an der Modulprüfung.</p> <p>*Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.</p>					
6	<p>Prüfungsformen und -leistungen</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen</p>					
7	Teilnahmevoraussetzungen: Keine					
8	<p>Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>Basismodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“.</p> <p><u>Kernmodul</u> für das Profil „Elektrische Energietechnik“</p>					

	Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-370 und MB-371	
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof Prof. Dr.-Ing. Frank Jenau	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Modul 1-12: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Nanotechnologien, THZ-Technik und Photonik					ETIT-218
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium
Jährlich zum WS	1 Semester	1. Semester	8	70 h	170 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Methoden zur Modellierung von Systemen in der Nanotechnologie	08 0195	V	2
	2	Methoden zur Modellierung von Systemen in der Nanotechnologie	08 0196	Ü	1
	3	THz-Technik und Photonik	08 0197	V	2
	4	THz-Technik und Photonik	08 0198	Ü	1
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch				
3	Lehrinhalte der Elemente 1 und 2 1. Grundlagen der Festkörper- und Molekularelektronik 2. Klassifizierung der Methoden zur Analyse des elektronischen Verhaltens 3. Berechnungsmodelle und numerische Verfahren 4. Modellbildung von Systemen auf Grundlage quasistationärer und transienter Analysen 5. Anwendungsbeispiele (THz-Quellen, THz-Detektoren, Polymerelektronik) Lehrinhalte der Elemente 3 und 4 1. Modelle zur Beschreibung von Komponenten und Systemen der THz-Technik und Photonik 2. Numerische Verfahren zur Lösung der diskreten Modellgleichungen 3. Verfahren zur Modellreduktion 4. High-Performance Computing (GPU, FPGA) 5. Anwendungsbeispiele (Biosensorik, Kommunikationstechnik, Materialanalyse) Literatur Sarhan M. Musa; Computational Nanotechnology: Modeling and Applications Erik Bründermann, Heinz-Wilhelm Hübers, Maurice FitzGerald Kimmitt: Terahertz Techniques Salah Obayya: Computational Photonics				
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die Analyse von neuartigen Komponenten der Nanotechnologie, der THz-Technik und der Photonik für Anwendungen in der Biosensorik, der Kommunikationstechnik und der Materialanalyse durchzuführen. Sie kennen die gängigen Modelle sowie numerischen Berechnungsverfahren und können diese auch im Hinblick auf andere Einsatzgebiete bewerten und weiterentwickeln. Hierzu gehören u. a. Plasmaanwendungen in der Medizintechnik oder moderne Leistungshalbleiter. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzuordnen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Nanotechnologie, der THz-Technik und der Photonik z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Basismodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“				

9	Modulbeauftragte/r apl. Prof. Dr.-Ing. Dirk Schulz	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
----------	--	---

Modul 1-13: MODELLBILDUNG UND SIMULATION - Hochfrequenztechnik					ETIT-300	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	1. Semester	8	80 h	160 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung		LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Hochfrequenztechnik Vorlesung		08 0028	V	4
	2	Hochfrequenztechnik Übung		08 0029	Ü	2
	3	Praktikum		08 0029 A	P	1
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch					
3	Lehrinhalte der Elemente 1 und 2 1. Antennen und Strahlungsfelder 2. Wellenausbreitung auf Leitungen 3. Leitungen als Schaltungselemente 4. Streuparameter 5. HF-Komponenten und Grundsaltungen (Verstärker, Oszillatoren, Mischer) Lehrinhalte von Element 3 Praktikumsversuche zu HF-Saltungen, Antennen und Funkübertragung. Literatur Unger: Elektromagnetische Wellen auf Leitungen; Voges: Hochfrequenztechnik					
4	Kompetenzen Die Studierenden haben ihr Grundlagenwissen der Hochfrequenztechnik erweitert und vertieft. Sie sind vertraut mit den wichtigen Gebieten Antennen und Strahlungsfelder, Wellenausbreitung auf Leitungen, Leitungen als Schaltungselemente, Schaltungscharakterisierung durch Streuparameter, HF-Komponenten und –Systeme und werden dadurch in die Lage versetzt, eine Vielzahl von Aufgaben im Bereich der Hochfrequenztechnik selbständig zu bearbeiten. Weiterhin wurde das nötige Basiswissen erworben für weitergehende Studien im Schwerpunkt Informations- und Kommunikationstechnik, beispielsweise auf dem Gebiet der Funknetze, der elektromagnetischen Verträglichkeit oder der Datenübertragung sowie -verarbeitung. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Hochfrequenztechnik z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> <ul style="list-style-type: none"> Erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsversuche in Element 3 Die Studienleistungen sind Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung. *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Kenntnisse: Theoretische Elektrotechnik, Grundlagen der Hochfrequenztechnik					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Basismodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“, Referenzmodulnummer: MB-342					
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Peter Krummrich			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 1-15: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Photonische Systeme					ETIT-302
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium
Jährlich zum WS	1 Semester	1. Semester	8	70 h	170 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Spektroskopische Methoden	08 0324	V	2
	2	Spektroskopische Methoden	08 0325	Ü	1
	3	Integrierte Photonik und Optical Computing Vorlesung	08 0239	V	2
	4	Integrierte Photonik und Optical Computing Übung	08 0240	Ü	1
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch (Englisch)				
3	<p>Lehrinhalte der Elemente 1 und 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lichtquellen und -detektoren 2. Auswahlregeln 3. Laserspektroskopie 4. Nicht-dispersive Infrarotspektroskopie 5. Fourier-Transformationsspektroskopie 6. Ramanspektroskopie 7. Fluoreszenzspektroskopie <p>Lehrinhalte der Elemente 3 und 4</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlagen von Bauelementen der Photonik 2. Kristalloptik und nichtlineare Photonik 3. Überblick über neuartige Bauelemente der Photonik 4. Verbindungstechnik, Speicherarchitekturen und Logikschaltungen 5. Konzepte des Optical Computing <p>Literatur</p> <p>Spectroscopic Measurement, Mark Linne Molecular Spectroscopy - Yukihiro Ozaki, Marek Janusz Wójcik, Jürgen Popp Spectroscopy and Optical Diagnostics for Gases - Ronald K. Hanson, R. Mitchell Spearrin, Christopher S. Goldenstein Börner, Müller, Schiek, Trommer: Elemente der integrierten Optik Ebeling, Karl-Joachim Ebeling: Integrierte Optoelektronik; Li, Shao, Zhu, Yang: Fundamentals of Optical Computing Technology</p>				
4	<p>Kompetenzen</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden vertiefende Kenntnisse zur Nutzung elektromagnetischer Strahlung zur Analyse von Stoffgemischen. Die Studierenden sind dann befähigt die zugrundeliegenden Wechselwirkungsmechanismen zwischen Licht und Materie zu verstehen und einordnen zu können. Die Studierenden sind befähigt, die Möglichkeiten und Herausforderungen des Einsatzes von spektroskopischen Methoden in unterschiedlichen Einsatzumgebungen und Anwendungsfeldern zu bewerten und eine technisch fundierte Auswahl zu treffen.</p> <p>Die Studierenden werden weiterhin befähigt, die Grundlagen der Wellenausbreitung und der Licht-Materie-Wechselwirkung in der Photonik zu verstehen und anzuwenden. Neben dem Verständnis der Effekte sind sie in der Lage, Komponenten und Systeme der Photonik sowie Architekturen des Optical Computing zu analysieren und zu bewerten.</p> <p>Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der photonischen Systeme z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.</p>				

5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben. Die Übungen (Element 4) werden in deutscher und/ oder englischer Sprache durchgeführt. Nähere Informationen dazu werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.	
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen	
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen der Elektrotechnik und Physik	
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Basismodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“ <u>Kernmodul</u> im Profil „Nano- und Quantentechnologien“.	
9	Modulbeauftragte/r apl. Prof. Dr.-Ing. Dirk Schulz Prof. Stefan Palzer, PhD	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Modul 1-16: MODELLBILDUNG UND SIMULATION – Moderne Halbleitertechnologie und Leistungshalbleiter					ETIT-303
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium
Jährlich zum WS	1 Semester	1. Semester	8	80 h	160 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Halbleitertechnologie Vorlesung	08 0161	V	2
	2	Halbleitertechnologie Übung	08 0162 A	Ü	1
	3	Halbleitertechnologie Praktikumsversuch	08 0162 B	P	0,5
	3	Leistungshalbleiter Vorlesung	08 0225	V	2
	4	Leistungshalbleiter Übung	08 0226	Ü	1
	5	Praktikumsversuch Messung von Leistungshalbleitern	08 0226 A	P	0,5
2	Lehrveranstaltungs-sprache: Deutsch				
3	Lehrinhalte der Elemente 1, 2 und 3 <ol style="list-style-type: none"> 1. Reinraum-, Anlagen- und Vakuumtechnologie 2. Modelle und Verfahren der thermischen Oxidation und Schichtdeposition 3. Lithographie, Ätzprozesse, Dotierung, CMOS-Prozesse, Nachhaltigkeitsaspekte 4. Halbleiter, Verbindungshalbleiter, nanoelektronische Materialien (Quantenpunkte und 1D/2D-Materialien) 5. Charakterisierungs- und Analyseverfahren Lehrinhalte der Elemente 4 bis 6 <ol style="list-style-type: none"> 1. Anforderungen an Leistungshalbleiter 2. PIN-Leistungsdioden und SiC-Schottky-Dioden 3. Leistungs-MOSFETs, Superjunction-MOSFETs, Insulated Gate Bipolar Transistors (IGBTs) 4. Wide-Bandgap-Leistungshalbleiter (SiC-MOSFETs, GaN-HEMTs) 5. Messverfahren für Charakteristika und Schaltverhalten Literatur Hilleringmann: Silizium-Halbleitertechnologie; Schumicki, Seegebrecht: Prozesstechnologie; Sarhan M. Musa; Computational Nanotechnology: Modeling and Applications; Schröder: Leistungselektronische Bauelemente, Lutz: Halbleiter-Leistungsbaulemente				
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden die grundlegenden Herstellungs- und Analysemethoden für Halbleiterbauelemente, Dünnschichtsysteme und Mikro- und Nanosysteme. Die Studierenden verfügen über die theoretische Expertise, geeignete Prozesse zur Herstellung mikro- und nanoelektronischer Materialien und Schichtsysteme anzuwenden, Bauelemente zu konzeptionieren und geeignete Methoden zur Analyse und Charakterisierung anzuwenden. In diesem Modul werden die Studierenden mit den aktuellen Leistungshalbleitern und den in Einführung befindlichen Wide-Bandgap-Technologien vertraut gemacht. Sie erlernen die grundlegende Funktionsweise, den Aufbau sowie die fortschrittlichen Realisierungskonzepte moderner Leistungshalbleiter und sind in der Lage, Halbleiter für hocheffiziente leistungselektronische Systeme konzeptuell zu entwerfen und zu dimensionieren. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der moderne Halbleitertechnologie und aktuellen Leistungshalbleitern z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten)* <i>Studienleistungen:</i> Erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsversuche in Element 3 und 6 *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				

7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: keine		
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Basismodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“ <u>Kernmodul</u> im Profil „Nano- und Quantentechnologien“.		
9	<table border="1"><tr><td>Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Stefan Tappertzhofen Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof</td><td>Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik</td></tr></table>	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Stefan Tappertzhofen Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Stefan Tappertzhofen Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

2. Semester

Wahlpflichtpraktika

Es ist insgesamt 1 Wahlpflichtpraktikum im Umfang von 3 Leistungspunkten erfolgreich abzuschließen.

Wahlpflichtmodule

Insgesamt sind 30 Leistungspunkte in den Wahlpflichtmodulen (laut Studienverlaufsplan Semester 2 und 3) erfolgreich zu erwerben.

Bei Profilwahl:

Es sind insgesamt 20 Leistungspunkte zu erwerben, die dem Profil zugeordnet sind. Die Zuordnung befindet sich in Abschnitt 8 der Modulbeschreibungen. Die anderen 10 Leistungspunkte können frei gewählt werden.

Folgende 4 Profile stehen zur Auswahl:

- Computer Engineering
- Elektrische Energietechnik
- Nano- und Quantentechnologien
- Robotik und Automotive

Ohne Profilwahl:

Alle 30 Leistungspunkte können frei gewählt werden.

Praktikum 1: Electromagnetic Field Theory Simulation					ETIT-211
Turnus Jährlich zum SoSo	Dauer 2 Wochen (Block)	Studienabschnitt 2. Semester	LP 3	Präsenzanteil 60 h	Eigenstudium 30 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	Zeitstunden
	1	Praktikumsversuche	08 0023	P	90
2	Lehrveranstaltungssprache Englisch				
3	Lehrinhalte <ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung in die Funktionsweise und den Ablauf von numerischen Feldberechnungsprogrammen 2. Theorie der den Programmen zugrundeliegenden numerischen Methoden der Feldberechnung 3. Überführung von elektrotechnischen Problemstellungen in geeignete Berechnungsmodelle 4. Ausnutzung von Symmetrieeigenschaften, Besonderheiten bei der Diskretisierung (Berechnungsgenauigkeit/-dauer), Arten der Randbedingungen und Freiheitsgrade 5. Simulation und Berechnung ausgewählter Problemstellungen (zweidimensional, rotationssymmetrisch) für zeitab-, bzw. unabhängige Felder 6. Funktionsnachweis und Vergleich der numerischen Lösungen mit analytischen Berechnungsergebnissen (falls möglich) 7. Export gewonnener Simulationsergebnisse zur numerischen und grafischen Weiterverarbeitung Literatur Kost: Numerische Methoden in der Berechnung elektromagnetischer Felder				
4	Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Praktikums haben die Studierenden Grundlagenkenntnisse über die Einsatzmöglichkeiten und -grenzen von Feldberechnungsprogrammen erworben. Sie sind in der Lage, reale feldtheoretische Fragestellungen in eine berechenbare Anordnung zu überführen. Sie besitzen außerdem Kenntnisse, die es Ihnen ermöglichen, durch geeignete Maßnahmen den Rechenaufwand auf ein notwendiges Maß zu verringern und die Qualität eines so gewonnenen Simulationsergebnisses zu beurteilen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der feldtheoretischen Simulation z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe.				
5	Prüfungen Erfolgreiche Bearbeitung von 70% der Praktikumsaufgaben				
6	Prüfungsformen und -leistungen <input type="checkbox"/> Modulprüfung <input checked="" type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse über die Grundlagen der Elektrotechnik, Mathematische Grundlagenkenntnisse über numerisches Rechnen Die Anzahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ist begrenzt. Die Zulassung zur Teilnahme erfolgt gem. § 9 der Prüfungsordnung.				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Praktikum im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“				
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Frank Jenau		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Praktikum 2: Elektromagnetische Verträglichkeit						ETIT-212
MA-Studiengang: Elektrotechnik und Informationstechnik						
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum SoSe	1 Semester	2. Semester	3	48 h	42 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	Zeitstunden	
	1	Praktikum	08 0370	P	90	
2	Lehrveranstaltungsprache Deutsch					
3	Lehrinhalte <ol style="list-style-type: none"> 1. Analyse von typischen EMV-Problemen mit einfachen Beispielplatinen 2. Signale im Zeit- und Frequenzbereich 3. Umgang mit Messinstrumenten (Oszilloskop, Vektor-Netzwerkanalysator, Spektrumanalysator und Messempfänger) 4. Umgang mit typischen EMV-Prüfgeräten (ESD-Generator, Pulsgenerator, Leistungsverstärker) 5. Untersuchung von puls- und sinusförmigen Störquellen 6. Leitungs- und feldgebundene Störungen 7. Abhilfemaßnahmen zur Reduzierung der Kopplungen 8. Simulation zur Analyse von EMV-Problemen, Durchführung von EMV-Untersuchungen mit Simulationswerkzeugen 9. Normen zur Sicherstellung der EMV Literatur Kürner, Schwab: Elektromagnetische Verträglichkeit, Springer; Paul: Introduction to Electromagnetic Compatibility, Wiley					
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden die typischen EMV-Kopplungen und können sie durch Messungen näher eingrenzen. Ausgewählte Methoden zur Analyse und Absicherung der Elektromagnetischen Verträglichkeit sind bekannt. Der Umgang mit wichtigen Prüf- und Messgeräten wird sicher beherrscht. Kenntnisse in der Bedienung von EMV-Simulationswerkzeugen sind vorhanden. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Elektromagnetischen Verträglichkeit z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.					
5	Prüfungen Die Betreuerin oder der Betreuer kontrolliert die Erledigung aller Teilaufgaben und das Protokoll während der Veranstaltung.					
6	Prüfungsformen und –leistungen <input type="checkbox"/> Modulprüfung <input checked="" type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse, wie sie in den Veranstaltungen „EMV im Kraftfahrzeug“ ETIT-242) oder „Elektromagnetische Verträglichkeit“ (Bachelormodul „Messtechnik und EMV“ ETIT-033) vermittelt werden. Die Anzahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ist begrenzt. Die Zulassung zur Teilnahme erfolgt gem. § 9 der Prüfungsordnung.					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Praktikum im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“					
9	Modulbeauftragte/r Prof.-Dr.-Ing. Stephan Frei			Zuständiger Fachbereich Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Praktikum 3: Digitale Übertragungstechnik					ETIT-213
MA-Studiengang: Elektrotechnik und Informationstechnik					
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium
Blockpraktikum im Anschluss ans WS	2 Wochen, Termin nach Vereinba- rung	2. Semester	3	48 h	42 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	Zeitstunden
	1	Praktikum	08 0131	P	90
2	Lehrveranstaltungs-sprache Deutsch				
3	Lehrinhalte				
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konzepte für die Modellierung und Simulation: Verfahren der Modulation und der Kanalcodierung, Ausgangsgrößen/Resultate der Simulation und deren Implementierung durch Hardwarekomponenten und Messgeräte 2. Aufbau von Übertragungsverfahren auf der Basis vorgegebener Hardwaremodule und Untersuchung von Übertragungsverfahren wie ASK, QAM, FSK, OFDM, CDMA 3. Interpretation der Ergebnisse auf der Basis unterschiedlicher Kenngrößen wie Bitfehler-rate, Augendiagramm, Spektrum, Bandbreiteneffizienz 4. Verhalten von Übertragungsstrecken unter Annahme unterschiedlicher Kanalmodelle (AWGN-Kanal, Mehrwegeausbreitung) 5. Modellierung und Simulation des Einflusses von in der Praxis auftretenden Beeinträchtigungen (z.B. Fehler der Trägerrekonstruktion, Nichtlinearitäten) 6. Verhalten von Übertragungssystemen bei Einsatz von Verfahren der Kanalcodierung (einfache Block- und Faltungscodes) 7. Messen und Modellierung von Funkkanälen 8. Simulation ausgewählter Systembeispiele 9. Beispielhafte Implementierung von Algorithmen der Übertragungstechnik in Hardware 				
	Literatur				
	Proakis: Digital Communications, Moon: Error Correction Coding, Sklar: Digital Communications – Fundamentals and Applications				
4	Kompetenzen				
	<p>Studierende erwerben praktische Kenntnisse zur Vorgehensweise bei der Entwicklung digitaler Übertragungssysteme. Sie lernen, wie derartige Systeme modelliert werden können und welche Grenzen einer hardwareorientierten Simulation gesetzt sind. Ferner lernen Sie auf der Basis eines modular aufgebauten Systems aus Hardwarekomponenten in Verbindung mit Messgeräten das praktische Verhalten und die Leistungsmerkmale digitaler Übertragungssysteme kennen und vergleichen dies mit theoretischen Analysen. Sie erlangen Kenntnisse über die praktische Realisierung der wesentlichen Systemelemente und -komponenten.</p> <p>Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der digitalen Übertragungssysteme z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe.</p>				
5	Prüfungen				
	Die Betreuerin oder der Betreuer kontrolliert die Erledigung aller Teilaufgaben und das Protokoll während der Veranstaltung.				
6	Prüfungsformen und -leistungen				
	<input type="checkbox"/> Modulprüfung <input checked="" type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen				
	Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der digitalen Übertragungstechnik, wie sie				

	in Modul 1-9 vermittelt werden Die Anzahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ist auf 12 begrenzt. Es besteht durchgehende Anwesenheitspflicht. Die Zulassung zur Teilnahme erfolgt gem. § 9 der Prüfungsordnung.	
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Praktikum im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“	
9	Modulbeauftragte/r Dr.-Ing. W. Endemann	Zuständiger Fachbereich Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Praktikum 4: Simulative Leistungsbewertung von Kommunikationsnetzen					ETIT-214
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 2 Wochen (Block)	Studienabschnitt 2. Semester	LP 3	Präsenzanteil 48 h	Eigenstudium 42 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	Zeitstunden
	1	Praktikumsversuche	08 0138	P	90
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch/ Englisch				
3	Lehrinhalte <ol style="list-style-type: none"> 1. Erarbeiten der benötigten Grundlagen von OMNeT++ <ol style="list-style-type: none"> a. Simulationsaufbau b. Modul- und Simulationsdefinition bzw. -deklaration c. Simulation einfacher Kommunikationsnetze 2. Modellierung von Systemeigenschaften <ol style="list-style-type: none"> a. Modellierung von Kommunikationsprotokollen (ISO/OSI) b. Berücksichtigung von Mobilitätsaspekten on OMNeT++ c. Modellierung und Berücksichtigung von Kommunikationskanaleigenschaften d. Umsetzung vollständiger Systemszenarien 3. Bewertung und Optimierung von komplexen Kommunikationssystemen <ol style="list-style-type: none"> a. Simulation von dynamischen Kommunikationsnetzen b. Werkzeuge zur statistischen Analyse c. Validierung erhaltener Ergebnisse <p>Literatur Vorlesungsunterlagen ‚Modellbasierte Dimensionierung von Kommunikationssystemen‘ Peterson, Davie: Computer Networks, 4th Edition; Sinclair: Simulation of Computer Systems and Computer Networks</p>				
A	Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Praktikums besitzen die Studierenden fundierte Kenntnisse über die Leistungsbewertung und Dimensionierung von Kommunikationssystemen mittels ereignis-gesteuerter Simulation. Dazu gehört neben den eigentlichen Funktionen der Simulationsumgebung OMNeT++ auch die Implementierung und hochgenaue simulative Umsetzung von protokollbasierten Abläufen in Kommunikationssystemen. Die Absolventen dieses Praktikums werden in der Lage sein, selbst komplexe Vernetzungsszenarien zu abstrahieren und realitätsgetreu in der Simulationsumgebung OMNeT++ abzubilden. Weiterhin können die so erhaltenen Ergebnisse entsprechend aufbereitet und zur Leistungs-bewertung bzw. Optimierung, basierend auf nachrichtentechnisch relevanten Gesichtspunkten, genutzt werden. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der simulativen Leistungsbewertung von Kommunikationsnetzen z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe.				
5	Prüfungen Erfolgreiche Bearbeitung von mind. 80% der gestellten Aufgaben.				
6	Prüfungsformen und –leistungen <input type="checkbox"/> Modulprüfung <input checked="" type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Die Anzahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ist begrenzt. Die Zulassung zur Teilnahme erfolgt gem. § 9 der Prüfungsordnung.				

8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Praktikum im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“	
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Christian Wietfeld	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Praktikum 6: Simulation und Regelung von Robotersystemen					ETIT-216
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 2. Semester	LP 3	Präsenzanteil 48 h	Eigenstudium 42 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Praktikumsversuche	08 0022	P	4
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch/ Englisch				
3	Lehrinhalte 1. Basiskompetenz: Matlab, Simulink, Robotic-Toolbox, Virtual Reality 2. Versuch: Modellierung, Kinematik und Dynamik 3. Versuch: Bahnplanung und Regelung 4. Versuch: Bildbasierte Regelung Literatur Bode: Systeme der Regelungstechnik mit MATLAB und Simulink; Angermann, Beuschel, Rau, Wohlfarth: Matlab – Simulink – Stateflow: Grundlagen, Toolbo- xen, Beispiele; Siciliano, Sciavicco, Villani, Oriolo: Robotics – Modelling, Planning and Control;				
4	Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Praktikums beherrschen die Studierenden die wesent- lichen praktischen Grundlagen und Methoden zur Modellierung und Simulation von Roboter- systemen. Aufgabenstellungen in der Robotik können die Studierenden einordnen und selbst- ständig lösen, sie besitzen durch die praktische Anwendung vertiefte Kenntnisse in der Steue- rung und Regelung von robotischen Manipulatoren. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und ein- zubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Be- reich der Modellierung und Simulation von Robotersystemen z.B. die Sensibilisierung für ge- gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhal- tigkeit.				
5	Prüfungen Die Betreuerin oder der Betreuer kontrolliert die Erledigung aller Teilaufgaben und das Proto- koll während der Veranstaltung.				
6	Prüfungsformen und –leistungen <input type="checkbox"/> Modulprüfung <input checked="" type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine Die Anzahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ist begrenzt. Die Zulassung zur Teilnahme erfolgt gem. § 9 der Prüfungsordnung.				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Praktikum im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“				
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Dr. h.c. Torsten Bertram		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Praktikum 7: Simulation und Regelung von CO-Robotern					ETIT-219
Turnus Jährlich zum WS & SS (Blockveranstaltung)	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 1. Semester, 2. Semester	LP 3	Präsenzanteil 45 h	Eigenstudium 45 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Praktikumsversuche	08 0320	P	4
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch				
3	Lehrinhalte 1. Basiskompetenz: Matlab Robotics System Toolbox 2. Räumliche Transformationen 3. Simulation und Versuch: Direkte und inverse Kinematik 4. Simulation und Versuch: Differentielle Kinematik und inverse Kinematik-Regelung 5. Simulation und Versuch: Lernen durch Demonstration mit Co-Robotern Literatur Siciliano B., Sciavicco L., Villani L., Oriolo G.: Robotics – Modelling, Planning and Control, Springer, 2009 Calinon S., Robot Programming by Demonstration, EPFL Press, 2009				
4	Kompetenzen Co-Roboter sind kollaborierende Roboter welche den Arbeitsraum mit Menschen teilen und mit ihnen in physische Interaktion treten um gemeinsam Aufgaben zu bewältigen. Nach dem erfolgreichen Abschluss des Praktikums beherrschen die Studierenden die wesentlichen praktischen Grundlagen und Methoden zur Simulation, Programmierung und Regelung von Co-Robotern. Aufgabenstellungen in der Robotik können die Studierenden einordnen und selbstständig lösen, sie besitzen durch die praktische Anwendung vertiefte Kenntnisse in der Programmierung, Steuerung und Regelung von robotischen Manipulatoren mit der MATLAB Robotics Toolbox.				
5	Prüfungen Die Betreuerin oder der Betreuer kontrolliert die Erledigung aller Teilaufgaben und das Protokoll während der Veranstaltung.				
6	Prüfungsformen und –leistungen <input type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Grundkenntnisse in Matlab Die Anzahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ist begrenzt. Die Zulassung zur Teilnahme erfolgt gem. § 9 der Prüfungsordnung.				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Praktikum im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“				
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Dr. h.c. Torsten Bertram		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Praktikum 9: Leitsystembetrieb für Elektrische Stromnetze					ETIT-351
Turnus Annually at SoSe	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 2. Semester	LP 3	Präsenzanteil 45 h	Eigenstudium 45 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Course	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Lab	08XXXX	P	4
2	Course language English				
3	<p>Control systems are the man-machine interface between the electrical energy transmission system and the actions necessary to keep the system stable and safe throughout the day. Uncertainties due to grid users and volatile renewable energies as well as disturbances in the grid and generation must be monitored and handled appropriately.</p> <p>Teaching Content</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. introduction to the control centre operation of electrical transmission networks 2. operation of a realistic control system 3. carrying out network operation management for regular operating situations on the control centre simulator 4. carrying out network operations for disturbed operating situations on the control centre simulator <p>Literature Kundur: Power System Stability and Control</p>				
4	<p>Competencies</p> <p>After successful completion of the practical course, the students have acquired basic knowledge of control system operation for electrical power grids. They are able to guide a power grid through various normal and disturbed operating situations on the control centre simulator. This creates a deep understanding of the real control system in practice. Today's possibilities are taught during the practical course using a realistic control system with which the grid operation management personnel are also trained for practice and tried out using operating situations.</p> <p>By completing the module, students should also be able to recognize and incorporate the challenges of today's and future digital societies and thus assume social responsibility. In the field of control system operation for electrical power grids, this includes, for example, raising awareness of socially relevant topics such as age and technology or circular economy and sustainability.</p>				
5	<p>Exams</p> <p>Completion of all subtasks and preparation of a protocol.</p>				
6	<p>Forms of examination and performance</p> <p><input type="checkbox"/> Module Exam <input checked="" type="checkbox"/> Partial achievements</p>				
7	<p>Participation requirements</p> <p>Recommended prerequisites: Knowledge of the basics of electrical power engineering, knowledge of information systems for grid operation management.</p> <p>The number of participants is limited. Admission to participation is in accordance with § 9 of the examination regulations.</p>				
8	<p>Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>Praktikum im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“ sowie im Masterstudiengang „Wirtschaftsingenieurwesen“</p>				
9	Modulbeauftragte/r Dr.-Ing. Ulf Häger		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Praktikum 10: Moderne elektrische Antriebssysteme					ETIT-352
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 2. Semester	LP 3	Präsenzanteil 48 h	Eigenstudium 42 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	Zeitstunden
	1	Praktikum	080XXX	P	90
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch				
3	Lehrinhalte <ol style="list-style-type: none"> 1. Aufbau, Ansteuerung und Inbetriebnahme moderner Antriebssysteme 2. Nutzung einer Evaluationsplatine für Kleinmaschinen bestehend aus Mikrocontroller, Leistungselektronik und Motor 3. Entwicklung und Parametrisierung einer sensorlosen Antriebsregelung mithilfe von Simulationsprogrammen 4. Hardwarenahes Programmieren lauffzeitkritischer Algorithmen auf einem Mikrocontroller 5. Inbetriebnahme des realisierten Antriebssystems <p>Literatur: Schröder, Dierk: Elektrische Antriebe – Grundlagen, Springer Verlag, Berlin; Schröder, Dierk: Elektrische Antriebe – Regelung von Antriebssystemen, Springer Verlag, Berlin</p>				
4	Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Praktikums kennen die Studierenden die Grundlagen moderner elektrischer Antriebssysteme. Sie sind mit ihren wesentlichen Hardwarekomponenten vertraut und können die Regelungssoftware entwerfen und für typische Maschinen geeignet parametrieren. Sie sind in der Lage, einfache Antriebssysteme auszulegen, zu realisieren und in Betrieb zu nehmen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der modernen elektrischen Antriebssysteme z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.				
5	Prüfungen Erfolgreicher Aufbau und Inbetriebnahme eines auf einer Evaluationsplatine und einer Kleinmaschine basierenden elektrischen Antriebssystems. Aufbau, Auslegung und erzielte Ergebnisse müssen nachvollziehbar dokumentiert sein.				
6	Prüfungsformen und –leistungen <input type="checkbox"/> Modulprüfung <input checked="" type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlen: Grundkenntnisse über elektrische Maschinen und Leistungselektronik, wie sie in „Technologien der Energiewandlung“ (ETIT-039) vermittelt werden.				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Praktikum im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“				
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Praktikum 11: Entwicklungsmethoden und Qualitätssicherungssysteme					ETIT-353
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 2 Wochen (Block)	Studienabschnitt 2. Semester	LP 3	Präsenzanteil 36h	Eigenstudium 54 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	Typ	Zeitstunden	
	1	Praktikum	P	90	
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch				
3	<p>In diesem Planspiel erlernen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer, wie sie Methoden der Entwicklung und Qualitätssicherung auf eine hochspannungstechnische Aufgabenstellung anwenden. Dabei agieren sie in Gruppen, um eine Produktentwicklung anhand eines Lastenhefts durchzuführen. Das Produkt wird nach standardisierten Verfahren entwickelt und im Hochspannungslabor erprobt.</p> <p>Lehrinhalte</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung ins Management von Produktentwicklungen 2. 8D-Report 3. FMEA 4. Design of Experiments 5. Kaizen-Philosophie 6. Erarbeiten technisch-wirtschaftlich optimierter Lösungen anhand eines Lastenhefts <p>Literatur Hering: Qualitätsmanagement für Ingenieure; Schwab: Managementwissen für Ingenieure</p>				
4	<p>Kompetenzen: Die Teilnehmenden der Veranstaltung erlernen Methoden, die im Entwicklungsprozess von Produkten frühzeitig zur Sicherung der Qualität des Endproduktes ansetzen und wie dies anzuwenden sind. Es wird ein Qualitätsbewusstsein vermittelt, das funktionsübergreifend in allen Phasen des Produktlebenszyklus mit aktivem Qualitätsmanagementverhalten verbunden ist. Die Teilnehmenden verfügen nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung über Kompetenzen zur Erzeugung von Qualität während des Entwicklungsprozesses. Diese Fähigkeiten helfen den Absolventinnen und Absolventen schlanke Entwicklungs- und Produktionsstrukturen in der Praxis einzuführen und zu kontrollieren. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Produktentwicklung und Qualitätssicherung z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.</p>				
5	<p>Prüfungen Erfolgreiche Bearbeitung von 80% der Praktikumsaufgaben</p>				
6	<p>Prüfungsformen und -leistungen <input type="checkbox"/> Modulprüfung <input checked="" type="checkbox"/> Teilleistungen</p>				
7	<p>Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Teilnahme am Modul 2-9 „Entwicklungsmethoden und Qualitätssicherungssysteme“ Die Anzahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ist begrenzt. Die Zulassung zur Teilnahme erfolgt gem. §9 der Prüfungsordnung.</p>				
8	<p>Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Praktikum im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“</p>				
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Frank Jenau		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Praktikum 12: High Performance Computing in Python					ETIT-354
MA-Studiengang: Elektrotechnik und Informationstechnik					
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium
annually SoSe	2 weeks (block event)	2nd semester	3	48 h	42 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	Zeitstunden
	1	Lab	08 XXXX	P	90
2	Lehrveranstaltungssprache English				
3	Lehrinhalte <ol style="list-style-type: none"> 1. Concepts for evaluating the performance of implemented algorithms (Profiling) 2. Computational efficient algorithms and application of multiprocessing for speed improvement 3. Distributed programming for clusters or networked computers utilizing Pyro 4. Connection of existing system via the application of Numba, PyPy, f2py 5. NumPy for fast computations 6. Cython for speed improvements 7. Speeding up an existing loop using OpenMP by building modules for parallelization 8. Exemplary implementation and evaluation of an algorithm for the design of quantum devices Literatur Gorelick, Ozswald: High Performance Python				
4	Kompetenzen Students gain practical knowledge of developing procedures for the implementation of high performance computing algorithms. They learn about the practical behavior and how the performance characteristics of high performance computing systems can be evaluated as well as what the limits of a hardware-oriented simulation are. Furthermore, students will have gained the essentials of the open-source software framework Python for the realization of high performance computing in engineering applications. They will be able to speed up algorithms for fast computation. By completing the module, students should also be able to recognize and incorporate the challenges of today's and future digital societies and thus take on social responsibility. In the area of high performance computing in Python, this includes, for example, raising awareness of socially relevant topics such as age and technology or circular economy and sustainability.				
5	Prüfungen The supervisor checks the completion and the reports of all subtasks during the course.				
6	Prüfungsformen und –leistungen <input type="checkbox"/> Modulprüfung <input checked="" type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Basic knowledge in programming. The number of participants is limited. Admission to participation takes place according to § 9 of the examination regulations.				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Lab as part of the MSc programs „Electrical and Information Engineering“ and “Sustainable Energy Systems”				
9	Modulbeauftragte/r apl. Prof. Dr.-Ing. Dirk Schulz		Zuständiger Fachbereich Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 2-5: Power System Economics					ETIT-224
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 2. Semester	LP 5	Präsenzanteil 35 h	Eigenstudium 115 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Power System Economics Lecture	08 0227	V	2
	2	Power System Economics Exercise	08 0228	Ü	1
2	Lehrveranstaltungs-sprache Englisch				
3	Teaching content <ol style="list-style-type: none"> 1. Organization of the electricity market and regulatory framework for sustainable energy systems 2. Regulation in electrical power and energy systems 3. Optimization methods in the electricity industry 4. Unit Commitment 5. Grid charges and transmission rights 6. Modeling and simulation of electricity markets and grids with massive integration of renewable energy sources 7. Cross-border electrical energy trading capacities 8. Network congestion management and redispatch optimisation 9. Portfolio optimization and risk management 10. Investment in generation and grid capacity Literature D. Kirschen: Fundamentals of Power System Economics, Wiley				
4	Competencies After successful completion, students have a sound knowledge of market mechanisms and management strategies in grid-based energy supply. They are able to discuss the technical constraints from the power grids to primarily renewable based energy supply in economic and business contexts. They are able to apply their knowledge in power system economics to further developments in the technical, market and regulatory context towards sustainable, sector-coupled and renewable based energy systems. In addition to the electricity industry in general, the special focus of this lecture is on the electrical network industry.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse in den Grundlagen der Energietechnik				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Elektrische Energietechnik“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-375				
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Christian Rehtanz		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 2-8: Innovative Isoliersysteme					ETIT-227	
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 2. Semester	LP 5	Präsenzanteil 35 h	Eigenstudium 115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Innovative Isoliersysteme Vorlesung	08 0235	V	2	
	2	Innovative Isoliersysteme Übung	08 0236	Ü	1	
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch					
3	Lehrinhalte 1. Gasförmige, flüssige und feste Isolationssysteme 2. Mehrstoffdielektrika 3. Elektrische Isolationsauslegung 4. Thermo-mechanische Isolationsauslegung 5. Grenzflächen und Feldsteuerung 6. Praxisbeispiele Literatur Kind, Kärner: Hochspannungsisoliertechnik; Küchler: Hochspannungstechnik					
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung verfügen die Studierenden über Kenntnisse der Hochspannungsisolationstechnik und ihrer Herausforderungen mit besonderem Hinblick auf die Belastung der Komponenten. Die verschiedenen Technologien und Anwendungen von Hochspannungsisolationssystemen zur Bereitstellung einer sicheren und wirtschaftlichen Energieversorgung werden erörtert. Anhand von Beispielen aus der Praxis werden den Studierenden die Funktionalität, das Design und die Belastbarkeit einer innovativen Kerntechnologie im Gebiet der Energieerzeugung und -übertragung erläutert, so dass die Studierenden über die Fähigkeit zur Beurteilung des Designs entsprechender hochfeldbelasteter Komponenten verfügt. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Hochspannungsisolationstechnik z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten)* <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Ausreichende Kenntnisse in den Grundlagen der Energietechnik und Hochspannungstechnik					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Elektrische Energietechnik“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-326					
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Frank Jenau Lehrbeauftragter Dr.-Ing. Friedhelm Pohlmann			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 2-9: Entwicklungsmethoden und Qualitätssicherungssysteme					ETIT-228
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 2. Semester	LP 5	Präsenzanteil 35 h	Eigenstudium 115 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Entwicklungsmethoden und Qualitätssicherungssysteme Vorlesung	08 0237	V	2
	2	Entwicklungsmethoden und Qualitätssicherungssysteme Übung	08 0238	Ü	1
2	Lehrveranstaltungsprache Deutsch				
3	Lehrinhalte 1. Industrielle Qualitätssicherung 2. Management von Produktentwicklungen 3. Design of Experiments DOE 4. Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse FMEA 5. Lebensdauerorientierter Entwurf 6. Messtechnische Erfassung Literatur Hering: Qualitätsmanagement für Ingenieure; Schwab: Managementwissen für Ingenieure				
4	Kompetenzen Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Veranstaltung erlernen Methoden, die im Entwicklungsprozess von Produkten frühzeitig zur Sicherung der Qualität des Endproduktes ansetzen, und wie diese anzuwenden sind. Es wird ein Qualitätsbewusstsein vermittelt, das funktionsübergreifend in allen Phasen des Produktlebenszyklus mit aktivem Qualitätsmanagementverhalten verbunden ist. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer verfügen nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung über Kompetenzen zur Erzeugung von Qualität während des Entwicklungsprozesses, die auch Kenntnisse über Führungsstile, Kommunikationsmethoden und Mitarbeitermotivation einschließen. Diese Fähigkeiten helfen den Absolventinnen und Absolventen schlanke Entwicklungs- und Produktionsstrukturen in der Praxis einzuführen und zu kontrollieren. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Produktentwicklung und Qualitätssicherung z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten)* <i>Studienleistungen:</i> Projektangebot vorstellen** *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben. ** Die genauen Modalitäten zur Studienleistung werden in der ersten Veranstaltungswoche bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Ausreichende Kenntnisse in der Energietechnik durch erfolgreiche Teilnahme eines energietechnischen Basismoduls				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studien-				

	schwerpunkte „Elektrische Energietechnik“, „Computer Engineering“, „Nano- und Quantentechnologie“ sowie „Robotik und Automotive“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“ und „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-327	
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Frank Jenau	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Modul 2-10: Optische Übertragungstechnik					ETIT-229	
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 2. Semester	LP 10	Präsenzanteil 70 h	Eigenstudium 230 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Optische Übertragungstechnik Vorlesung	08 0170	V	4	
	2	Optische Übertragungstechnik Übung	08 0171	Ü	2	
2	Lehrveranstaltungsprache Deutsch					
3	Lehrinhalte 1. Grundlagen optischer Übertragungssysteme 2. Eigenschaften optischer Übertragungsmedien 3. Optische Wellen in Einmodenfasern 4. Nichtlineare Effekte in Glasfasern 5. Optische Verstärker 6. Erzeugung von Sendesignalen 7. Empfänger für digitale Signale 8. Modulationsverfahren und Systemaspekte Literatur Unger: Optische Nachrichtentechnik; Agrawal: Fiber-Optic Communication Systems					
4	Kompetenzen Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über den Aufbau und die Funktionsweise optischer Übertragungssysteme, deren Bedeutung bei hohen Datenraten und für eine energieeffiziente Übertragung ständig weiter zunimmt. Sie sind vertraut mit den Übertragungseigenschaften optischer Übertragungsmedien, den wesentlichen Komponenten, Architekturen und Übertragungsverfahren in optischen Übertragungssystemen. Dadurch werden sie in die Lage versetzt, optische Übertragungssysteme zu konzipieren, zu dimensionieren und zukünftige Systeme zu erforschen und zu entwickeln. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der optischen Übertragungstechnik z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten)* <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Physik, der Nachrichtentechnik und der Hochfrequenztechnik					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Computer Engineering“ sowie „Nano- und Quantentechnologie“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“, Referenzmodulnummer: MB-303					
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Peter Krummrich			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 2-14: 3D Computer Vision					ETIT-233
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium
Jährlich zum SoSe	1 Semester	2. Semester	5	35 h	115 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	3D Computer Vision Vorlesung	08 0259	V	2
	2	3D Computer Vision Übung	08 0260	Ü	1
2	Lehrveranstaltungssprache Englisch				
3	Lehrinhalte 1. Modellierung und Kalibrierung von Kamerasystemen 2. 3D-Rekonstruktion anhand mehrerer Kamerabilder durch Bündelausgleich 3. Ermittlung von Punktkorrespondenzen 4. Einführung in 3D-Rekonstruktionsverfahren auf Basis projektiver Geometrie 5. Verfahren zur 3D-Rekonstruktion von Oberflächen anhand ihrer Reflexionseigenschaften 6. Praktische Anwendungsbeispiele aus der aktuellen Forschung Literatur Horn: Robot Vision; Hartley/Zisserman: Multiple Viewpoint Geometry				
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls beherrschen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen der 3D-Bildverarbeitung, der Photogrammetrie sowie die hierfür benötigten linearen und nichtlinearen Optimierungsverfahren. Die Studierenden können Aufgabenstellungen für Systeme zur 3D-Szenerekonstruktion aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen einordnen und selbständig mit eigenständig ausgewählter Methodik lösen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der 3D-Bildverarbeitung und der Photogrammetrie z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> <ul style="list-style-type: none"> keine Die Studienleistung ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung. *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben. Die Modulprüfung kann auf Wunsch der Kandidatin/ des Kandidaten jeweils in deutscher oder in englischer Sprache erfolgen.				
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Gute Kenntnisse in linearer Algebra sowie linearer und nichtlinearer Optimierung.				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkte „Computer Engineering“ sowie „Robotik und Automotive“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“, Referenzmodulnummer: MB-306				
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. rer. nat. Christian Wöhler		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 2-15: Satellitenkommunikationstechnik					ETIT-234
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 2. Semester	LP 5	Präsenzanteil 35 h	Eigenstudium 115 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Satellitenkommunikationstechnik Vorlesung	08 0263	V	2
	2	Satellitenkommunikationstechnik Übung	08 0264	Ü	1
2	Lehrveranstaltungsprache Deutsch				
3	Lehrinhalte				
	1. Einleitung				
	a) Technische Systeme im Weltraum				
	b) Geschichte der Satellitentechnik				
	c) Anwendung von Satelliten				
	2. Kepler-Orbits				
	a) Keplersche Gesetze				
	b) Die Erde im Raum				
	c) Satellitenbahnen im Raum				
	d) Terrestrische Perspektive				
	e) Klassifikation von Satellitenbahnen				
	f) Geostationäre Satellitenbahnen				
	3. Weltraumfunkverbindungen				
	a) Grundprinzip				
	b) Signalübertragung				
	c) Rauschen				
	d) Signal-Rauschabstand				
	e) Einfluss der Erdatmosphäre				
	f) Kombinierte Übertragungstrecken				
	4. Signalübertragung				
	a) Basisbandmodell				
	b) Synchrone Signale				
	c) Bandbegrenzung				
	d) Detektion				
	5. Modulation				
	a) Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)				
	b) Binary Offset Carrier Modulation (BOC)				
	c) Lineare Modulation				
	6. Codierung				
	a) Quellcodierung				
	b) Kanalcodierung				
	Literatur				
	Den Studierenden wird ein umfassendes deutschsprachiges Vorlesungsskript zur Verfügung stellt. Ergänzend werden folgende Lehrbücher empfohlen :				
	Maral, Bousquet: Satellite Communications Systems (5th Edition)				
	Proakis, Salehi: Digital Communications (5th Edition)				
4	Kompetenzen				
	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über Grundkenntnisse wesentlicher Aspekte der Satellitenkommunikationstechnik (insb. Astronomie, Hochfrequenztechnik, Nachrichtentechnik). Damit sind sie in der Lage, satellitengestützte Kommunikationssysteme zu analysieren und nach Maßgabe von Anwendungsanforderungen ein geeignetes Satellitenkommunikationssystem in seinen wesentlichen Grundzügen - im Hinblick auf die behandelten Aspekte - zu konzipieren.				
	Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden,				

die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Satellitenkommunikationstechnik z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe.

5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.	
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen	
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Hochfrequenztechnik	
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Computer Engineering“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“, Referenzmodulnummer: MB-307	
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Klaus Meng	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Modul 2-17: INTEGRIERTE SCHALTUNGEN					ETIT-236	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum SS	1 Semester	2. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung			Typ	SWS
	1	Integrierte Schaltungen Vorlesung			V	2
	2	Integrierte Schaltungen Übung			Ü	1
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch					
3	Lehrinhalte 1. III-V- und Si/SiGe basierte Heterobipolar- und Feldeffekttransistoren 2. Analoge Schaltungen (Verstärkerschaltungen, Mischer, Oszillatoren) 3. Digitale Schaltungen (Analog-Digital-Wandler, Phasenregelkreise) 4. Anwendungsspezifische Schaltkreise					
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss sind die Studierenden in der Lage, die physikalischen Eigenschaften und die Funktionsweise von Bauelementen als auch der Schaltungen der Nachrichtentechnik zu verstehen sowie mit geeigneten Modellen zu beschreiben und zu entwerfen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzuordnen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Nachrichtentechnik z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten)* <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkte „Nano- und Quantentechnologie“ und „Computer Engineering“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“, Referenzmodulnummer: MB-309					
9	Modulbeauftragte/r apl. Prof. Dr.-Ing. Dirk Schulz			Zuständiger Fachbereich Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 2-18: Methods of Information Technology: Statistical Signal Processing and Machine Learning					ETIT-237	
Rota	Duration	Semester	Credits	Attendance	Self-study	
Annually SS	1 Semester	2nd Semester	10	70 h	230 h	
1	Module structure					
	Nr.	Element / Course		LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Methods of Information Technology Lecture		08 0352	L	4
	2	Methods of Information Technology Tutorial		08 0353	T	2
2	Course language English					
3	Contents <p>We go on a journey from methods of signal processing (deterministic, statistical) to methods of machine learning. On our way we will apply the respective methods in various applications. Starting with an overview of the methods used, we look at (1) methods for estimation and detection based on <i>physics-based models</i>. Here we particularly discuss the application to positioning using trilateration (GPS) and triangulation (using antenna arrays). The results are point estimates of the unknown parameters. Using statistical approaches (Bayesian statistics) we present the respective solutions, which not only yield the maximum likelihood estimate but also information on the reliability of the results. Next, we replace the physics-based models with <i>machine learning models</i> and look at (2) methods for regression and classification. Having acquired a solid understanding of the basic approaches using statistical signal processing and machine learning, we also discuss the differences and similarities of the methods (1) and (2) from the mathematical and application point of view. Finally, based on our “lessons learned” we look at the use of large models (e.g. Large Language Models like ChatGPT) and how they work.</p> <p>Methods: statistical signals, Fourier transform, correlation and convolution, binary sequences, linear and non-linear systems of equations, principal component analysis and subspace methods, Bayesian statistics, support vector machine, (deep) neural network. Applications: GPS trilateration (time-of-arrival, time-difference-of-arrival), triangulation, frequency and spatial estimation, cluster analysis, power systems, signal detection, transmission systems, ChatGPT</p> <p>Literature: U. Spagnolini: Statistical Signal Processing in Engineering, Wiley 2018. G. Jame et. al.: An Introduction to Statistical Learning, Springer, 2nd Edition, 2021. G. Strang: Linear Algebra and Learning from Data, Wellesley-Cambridge Press, 2019.</p>					
4	Competencies <p>Students should be able to use different (physics-based and machine learning) models and the respective methods for estimation/regression and detection/classification. They should be able to apply this knowledge to various applications, thereby making the right choices concerning the mathematical tools used. Statistical aspects should be present along the way in order to gain understanding of the input data and the obtained solutions.</p> <p>By completing the module, students should also be able to recognise and incorporate the challenges of current and future digital societies and thus take on social responsibility. In the area of physics-based and machine learning models, this includes, for example, raising awareness of socially relevant topics such as age and technology or data security and digital participation.</p>					
5	Examinations <p>Module examination: oral examination (max. 40 minutes) or written examination (max. 180 minutes) *</p> <p>Coursework: none</p> <p>*The exact examination modalities will be announced by the 2nd course at the latest</p>					
6	Forms and types of examination <input checked="" type="checkbox"/> Modul exam <input type="checkbox"/> Partial achievements					

7	Partizipation requirements None		
8	Module type and uasbility of the module Compulsory elective module in the Master's degree program "Electrical Engineering and Information Technology", specializations "Computer Engineering" and "Robotics and Automotive		
9	<table border="1"><tr><td>Module supervisor Prof. Dr.-Ing. Jürgen Götze</td><td>Responsible faculty Faculty of Electrical Engineering and Information Technology</td></tr></table>	Module supervisor Prof. Dr.-Ing. Jürgen Götze	Responsible faculty Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Module supervisor Prof. Dr.-Ing. Jürgen Götze	Responsible faculty Faculty of Electrical Engineering and Information Technology		

Modul 2-19: Local Networks - Communication and Control					ETIT-238
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 2. Semester	LP 5	Präsenzanteil 35 h	Eigenstudium 115 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Local Networks - Communication and Control Vorlesung	08 0802	V	2
	2	Local Networks - Communication and Control Übung	08 0803	Ü	1
2	Lehrveranstaltungs-sprache Englisch				
3	Lehrinhalte 1. Grundlagen von Netzwerken: Technische Konzepte und Anwendungen 2. Systembeispiele leitungsgebundener Netzwerke: CAN-Bus, Ethernet, USB 3. Systembeispiele drahtloser Netzwerke: WLAN, Bluetooth, Zigbee Literatur Surgeon: Ethernet Rech: Wireless LANs Miller, Bisdikian: Bluetooth Revealed				
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss sind die Studierenden in der Lage, die unterschiedlichen Konzepte für lokale Netzwerke hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit zu bewerten, existierende Standards zu verstehen und Systeme aufzubauen sowie aktuelle Weiterentwicklungen der Technologie zu beurteilen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der lokalen Netzwerke z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkte „Computer Engineering“ sowie „Robotik und Automotive“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“, Referenzmodulnummer: MB-310				
9	Modulbeauftragte/r Dr.-Ing. W. Endemann		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 2-22: Mikrostrukturtechnik					ETIT-241	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum SoSe	1 Semester	2. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Mikrostrukturtechnik Vorlesung	08 0159	V	2	
	2	Mikrostrukturtechnik Übung	08 0160	Ü	1	
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch/ Englisch					
3	Lehrinhalte 1. Basistechnologien der Mikrostrukturtechnik 2. Vakuumtechnik 3. Beschichtungstechniken 4. Ätztechniken 5. Lithographieverfahren 6. Silizium-Mikromechanik 7. LIGA -Technik 9. Aufbau und Verbindungstechniken 10. Technologien der Mikrofluidik Literatur Menz, Mohr: Mikrosystemtechnik für Ingenieure; Madou: Fundamentals of Microfabrication					
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden die grundlegenden Verfahren der Mikrostrukturierung und können diese zur Herstellung von Mikrokomponenten aus Silizium, Kunststoffen oder Metallen einsetzen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Mikrostrukturtechnik z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben. Die Übungen werden in deutscher und/ oder englischer Sprache durchgeführt. Nähere Informationen dazu werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Ausreichende Kenntnisse in Grundlagen der Elektrotechnik, Halbleiterbauelemente und Werkstoffe					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Nano- und Quantentechnologie“					
9	Modulbeauftragte/r Prof. Stefan Palzer, PhD Dozent Dr.-Ing. Michael Jakubowsky			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 2-23: EMV und Zuverlässigkeit für Automotive Systems					ETIT-242
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium
Jährlich zum SS	1 Semester	2. Semester	5	35 h	115 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	EMV und Zuverlässigkeit für Automotive Systems (Vorlesung)	08 0157	V	2
	2	EMV und Zuverlässigkeit für Automotive Systems (Übung)	08 0158	Ü	1
2	Lehrveranstaltungsprache Deutsch				
3	Lehrinhalte <ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung EMV und Zuverlässigkeit 2. Methoden für zuverlässige Elektroniksysteme 3. Functional Safety in der Fahrzeugtechnik 4. Beispiele und allgemeine Koppelmodelle 5. Geschirmte Leitungen und Transferimpedanz 6. Störungen durch getaktete Leistungselektronik PWM- und Prozessorstörungen 7. Kritische Störsenken (Antennen und Sensorik) 8. Spezielle EMV-Mess- und Prüfverfahren für Automotive Systems 9. Mess- und Prüfvorschriften, Normung im Automotive-Bereich 10. Maßnahmen zur Verbesserung der Zuverlässigkeit und EMV Literatur H. Ross: Functional Safety for Road Vehicles: New Challenges and Solutions for E-mobility and Automated Driving, Springer Kürner, Schwab: Elektromagnetische Verträglichkeit, Springer Paul: Introduction to Electromagnetic Compatibility, Wiley				
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden sensibilisiert für die besondere Bedeutung einer hohen Zuverlässigkeit und einer ausreichenden EMV in modernen Fahrzeugen. Sie kennen die wichtigen Methoden zur Analyse sowie Messung und können diese anwenden. Aufgabenstellungen zur EMV und Zuverlässigkeit können eingeordnet und selbständig mit den vermittelten Methoden gelöst werden. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der elektromagnetischen Verträglichkeit und Zuverlässigkeit in modernen Fahrzeugen z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkte „Robotik und Automotive“, „Elektrische Energietechnik“ und „Computer Engineering“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“ und „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-311				

9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Stephan Frei	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
----------	--	---

Modul 2-24: Mehrgrößensysteme und optimale Regelung					ETIT-243
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 2. Semester	LP 5	Präsenzanteil 35 h	Eigenstudium 115 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Mehrgrößensysteme und optimale Regelung Vorlesung	08 0123	V	2
	2	Mehrgrößensysteme und optimale Regelung Übung	08 0124	Ü	1
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch				
3	Lehrinhalte 1. Mehrgrößensysteme im Zeit- und Frequenzbereich 2. Zustandsregler und Entwurfsverfahren 3. Beobachterentwurf, reduzierter Beobachter 4. Entkopplungsregler im Zeit- und Frequenzbereich 5. Riccati-Optimalregler 6. Optimierung dynamischer Systeme 7. Zeitoptimale Regelung Literatur Lunze: Regelungstechnik 2; Föllinger: Optimale Regelung und Steuerung				
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls, beherrschen die Studierenden die Grundlagen der optimalen und Mehrgrößenregelung. Die Studierenden können Aufgabenstellungen zur optimalen Regelung und Mehrgrößenregelung einordnen und selbstständig mit eigenständig ausgewählten Methoden lösen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der optimalen und Mehrgrößenregelung z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Robotik und Automotive“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“ und „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-376				
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Dr. h.c. Torsten Bertram		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 2-30: Signal Integrity					ETIT-249
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 2. Semester	LP 5	Präsenzanteil 35 h	Eigenstudium 115 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Signal Integrity: Effekte beim Einsatz nano-/ mikroelektronischer Komponenten auf Leiterplatten Vorlesung	08 0210	V	2
	2	Signal Integrity: Effekte beim Einsatz nano-/ mikroelektronischer Komponenten auf Leiterplatten Übung	08 0211	Ü	1
2	Lehrveranstaltungssprache: Deutsch				
3	Lehrinhalte				
	<ol style="list-style-type: none"> 1. SI-Effekte beim Einsatz von nano-/mikroelektronischen Komponenten auf Leiterplatten (Einführung) 2. Problemstellung SI-EDA im Leiterplattenentwurf 3. Grundlagen zur SI-Analyse 4. Bauelementtechnologie und SI-Effekte (nano-/mikroelektronischen Komponenten) 5. HighSpeed-Verhalten von digitalen Bauelementen 6. Leitungen auf Leiterplatten und HighSpeed-Verhalten von digitalen Bauelementen 7. Reflexion/Crosstalk und Leitungsabschlüsse (Einflüsse der geometrischen und elektrischen Parameter auf den Spannungsverlauf) 8. Leitungsnetze auf Printed Circuit Boards 9. Modelle für digitale Bauelemente. 				
	Literatur				
	M. Swaminathan, E. Engin: Power Integrity Modeling and Design for Semiconductors and Systems, Prentice Hall B. Bhat, S. Koul: Stripline-Like Transmission Lines for Microwave Integrated Circuits, John Wiley & Sons H. Müller: Hochtechnologie-Multilayer; Leuze Verlag C. Walker: Capacitance, Inductance and Crosstalk Analysis, Artech House H. Johnson, M. Graham: High-Speed Digital Design, Prentice Hall B. Young: Digital Signal Integrity, Prentice Hall B. Wadell: Transmission Line Design Handbook, Artech House				
4	Kompetenzen				
	<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden die wesentlichen Methoden zur Behandlung von Signal-Integrity-Problemen beim Einsatz von nano-/mikroelektronischen Komponenten auf Leiterplatten. Sie sind mit dem SI-gerechten Entwurf von High-Speed-Leiterplatten als Bestandteil der Entwicklungsphasen Logikentwurf, Platzierung und Entwurfsvalidierung (Simulation/Messtechnik) vertraut und können auftretende SI-Fragestellungen charakterisieren, Entwurfsvarianten beurteilen sowie Optimierungsansätze formulieren.</p> <p>Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Signal-Integrity z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.</p>				

5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.	
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen	
7	Teilnahmevoraussetzungen Notwendige Kenntnisse: Grundlagen E-Technik – Grundlagen elektrische Messtechnik - Grundlagen Mikroelektronik/Schaltungstechnik	
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik, Studienschwerpunkt „Nano- und Quantentechnologie“	
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Stephan Frei Lehrbeauftragte/r Dr.-Ing. Werner John	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Modul 3-20: Mobile Roboter					ETIT-269
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 2. Semester	LP 5	Präsenzanteil 50 h	Eigenstudium 100 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Mobile Roboter Vorlesung	08 0154	V	2
	2	Mobile Roboter Übung	08 0155	Ü	2
2	Lehrveranstaltungssprache Englisch				
3	Lehrinhalte 1. Robot Operating System (ROS) 2. Robotics System Toolbox Matlab 3. Sensoren, Aktuatoren und Kinematik mobiler Roboter 4. Homing und Trajektorienfolgeregelung 5. Hindernisvermeidung (Vector Field Histogram) 6. Monte Carlo Lokalisation 7. Pfadplanung (Rapidly Exploring Random Trees, Probabilistic Roadmap) 8. Navigation (Pure Pursuit, ROS Navigation Stack) 9. Online Trajektorienplanung (Timed Elastic Bands) Literatur - Siciliano, Khatib: Springer Handbook of Robotics - ausgewählte Artikel zur mobilen Robotik aus Konferenzen und Zeitschriften				
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls, besitzen die Studierenden tiefer gehende Kenntnisse und praktische Erfahrung mit mobilen Robotern. Die Studierenden können Aufgabenstellungen der mobilen Robotik zur Hindernisvermeidung, Navigation und Lokalisation selbstständig mit eigenständig ausgewählten Methoden und Algorithmen in ROS/Matlab lösen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der mobilen Robotik z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> <ul style="list-style-type: none"> Erfolgreiche Bearbeitung von mindestens 75% der praktischen Übungen in ROS/Matlab zur Programmierung mobiler Roboter Die Studienleistung ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung. *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Robotik und Automotive“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“ und „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-313				
9	Modulbeauftragte/r apl. Prof. Dr. rer. nat. Frank Hoffmann		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 3-24: Digitale Quellencodierung					ETIT-273
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium
Jährlich zum SoSe	1 Semester	2. Semester	5	35 h	115 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Digitale Quellencodierung Vorlesung	08 0254	V	3
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch				
3	Lehrinhalte 1. Grundlagen der Quellencodierung: Quellen, Sinken, Dekorrelation, Quantisierung, Codierung 2. Dekorrelationstechniken: Techniken im Zeit- und Frequenzbereich 3. Funktionsblöcke moderner Quellencodierverfahren: Hybride DCT, Wavelets, Vektorquantisierung, Algebraische Codierung, Objektorientierte Codierung 4. Struktur von Codecs zur Audiodcodierung (Sprachcodecs und generische Codecs), Standbildcodierung und Bewegtbildcodierung. 5. Ausgewählte Systembeispiele zur Bildcodierung (JPEG, MPEG-2, MPEG-4 AVC, HEVC) und Audiodcodierung (MPEG-Audio, GSM-Codecs) Literatur Wang, Ostermann, Zhang: Video Processing and Communications; Ohm, J.R.: Digitale Bildcodierung; Bosi, M.; Goldberg, R.E.: Introduction to Digital Audio Coding and Standards				
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Systeme der Quellencodierung zu analysieren und formal zu beschreiben, die Leistungsfähigkeit moderner Systeme zu beurteilen und Systeme und Algorithmen weiterzuentwickeln. Die Berechnung in MATLAB und Darstellung in audiovisueller Form verdeutlicht den jeweiligen Themenschwerpunkt. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der digitalen Quellencodierung z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Nachrichtentechnik				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkte „Nano- und Quantentechnologie“, „Computer Engineering“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“, Referenzmodulnummer: MB-319 Kann nur als Zusatzmodul belegt werden, wenn eine Einschreibung in den Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik vorliegt.				
9	Modulbeauftragte/r Dr.-Ing. Wolfgang Endemann		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 2-33: Schnellschaltende leistungselektronische Systeme					ETIT-286	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum SoSe	1 Semester	2. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Schnellschaltende leistungselektronische Systeme Vorlesung	08 0247	V	2	
	2	Schnellschaltende leistungselektronische Systeme Praktikum	08 0248	P	1	
2	Lehrveranstaltungsprache Deutsch					
3	Lehrinhalte					
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundkonzepte und Komponenten der Leistungselektronik 2. Schaltvorgänge und Schaltverluste 3. Schnellschaltende verlustarme Wandler 4. Resonante und weichschaltende Wandler 5. Ansteuerung von Leistungshalbleitern 6. Einfluss des Aufbaus und parasitäre Effekte 7. Ausgewählte Topologien und Realisierungsaspekte 					
	Literatur					
	Maksimovic, Erickson: Power Electronics Dokić, Blanuša: Power Electronics Zach: Leistungselektronik					
4	Kompetenzen					
	<p>In den letzten Jahren wurden leistungselektronische Systeme deutlich effizienter und gleichzeitig kompakter, da mit modernen Komponenten sehr hohe Taktraten erreichbar sind. In diesem Modul werden die Studierenden mit modernen schnellschaltenden leistungselektronischen Systemen vertraut gemacht. Sie kennen die fundamentalen Konzepte und die Topologien hocheffizienter Systeme und erlernen die Ursachen von Schaltverlusten und Methoden zu deren Reduktion. Die besonderen Anforderungen beim Aufbau sehr schneller Systeme sind ihnen ebenfalls geläufig. Schlussendlich sind sie in der Lage, kompakte und energiesparende Systeme zu realisieren.</p> <p>Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der schnellschaltenden leistungselektronischen Systeme z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.</p>					
5	Prüfungen					
	<i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine					
	*Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen					
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen					
	Empfohlene Kenntnisse: Grundkenntnisse der Leistungselektronik					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls					
	Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“ Schwerpunkte „Elektrische Energietechnik“, „Robotik und Automotive“ und „Nano- und Quantentechnologie“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-329					
9	Modulbeauftragte/r			Zuständige Fakultät		
	Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof			Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (8)		

Modul 2-34: Remote Sensing					ETIT-287	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum SoSe	1 Semester	2. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Remote Sensing Vorlesung	08 0243	V	2	
	2	Remote Sensing Übung	08 0244	Ü	1	
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch/ Englisch nach Bedarf					
3	Lehrinhalte					
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sensorsysteme zur Aufnahme von Luft- und Satellitenbildern 2. Eigenschaften von Luft- und Satellitenbildern in unterschiedlichen Spektralbereichen 3. Korrekturverfahren für atmosphärische und topographische Effekte 4. Verfahren zur Analyse von Bilddaten in Remote-Sensing-Anwendungen 5. Verfahren zur Analyse von Spektraldaten in Remote-Sensing-Anwendungen 6. Orthorektifizierung, Georeferenzierung und Koregistrierung von Luft- und Satellitenbildern 7. Klassifikationsverfahren für Multi- und Hyperspektraldaten 8. Praktische Anwendungsbeispiele aus der aktuellen Forschung 					
	Literatur					
	Schowengerdt, R.A.: Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing. 3rd Edition, Academic Press, 2007.					
4	Kompetenzen					
	<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls beherrschen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen des Remote Sensing sowie die hierfür benötigten Signal- und Bildverarbeitungsverfahren. Die Studierenden können Aufgabenstellungen für Systeme zum Remote Sensing aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen einordnen und selbständig mit eigenständig ausgewählter Methodik lösen.</p> <p>Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich des Remote Sensing z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe.</p>					
5	Prüfungen					
	<i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine					
	*Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und –leistungen					
	<input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen					
	Empfohlene Kenntnisse: Ausreichende Kenntnisse in Grundlagen der Elektrotechnik, Signalverarbeitung, Bildverarbeitung					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls					
	Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“ Schwerpunkte „Computer Engineering“ und „Robotik und Automotive“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“, Referenzmodulnummer: MB-378					
9	Modulbeauftragte/r		Zuständige Fakultät			
	Prof. Dr.rer.nat. Christian Wöhler		Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (8)			

Modul 2-35: Selected Chapters in High Voltage Technology					ETIT-288	
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 2. Semester	LP 5	Präsenzanteil 35 h	Eigenstudium 115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Selected Chapters in High Voltage Technology (lecture)	08 0203	V	2	
2	Selected Chapters in High Voltage Technology (tutorial)	08 0204	Ü	1		
2	Lehrveranstaltungsprache Englisch					
3	Lehrinhalte 1. requirements for high-voltage equipment 2. technology, structure and design 3. insulation systems for DC 4. diagnostic methods and technology trends 5. examples and applications from practice Literatur Kuffel: High Voltage Engineering Fundamentals, Küchler: High Voltage Engineering - Fundamentals - Technology - Applications					
4	Kompetenzen Students acquire detailed knowledge of selected operating equipment of power transmission systems. They are familiar with the constructive structure and electrical design and know the technological boundaries which apply for high-voltage devices. The participants are familiar with procedures and measurement methods for quality assurance reasons and diagnostics on high-voltage devices. Examples and applications deepen the knowledge and establish the reference to the operational practice. By completing the module, students should also be able to recognize and incorporate the challenges of today's and future digital societies and thus assume social responsibility. In the field of high-voltage technology, this includes, for example, raising awareness of socially relevant topics such as age and technology or circular economy and sustainability.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Recommended qualifications: Sufficient knowledge in power engineering related topics, which may be acquired e.g. through the participation in the basic module "FIELD- AND NETWORK-BASED MODELLING".					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkte „Elektrische Energietechnik“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-330					
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Frank Jenau		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			

Modul 2-36: Automotive Systems					ETIT-291
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 2. Semester	LP 5	Präsenzanteil 35 h	Eigenstudium 115 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Automotive Systems Vorlesung	08 0008	V	2
	2	Automotive Systems Übung	08 0009	Ü	1
2	Lehrveranstaltungssprache Englisch				
3	Lehrinhalte <ol style="list-style-type: none"> 1. Vehicle dynamics (tires, longitudinal and lateral dynamics) 2. Actuators in the mechatronic vehicle (steering, braking, and powertrain systems) 3. (Kinematic) vehicle models 4. Sensors measuring vehicle internal quantities (acceleration, yaw rate, steering angle, steering torque, wheel speed, sensor data processing) 5. Vehicle dynamics systems (braking and driving slip control systems) 6. Modern headlight systems and light engineering <p>Literatur: - R. Rajamani: Vehicle Dynamics and Control (Springer) - U. Kiencke, L. Nielsen: Automotive Control Systems (Springer)</p>				
4	Kompetenzen The students acquire a profound knowledge of vehicle dynamics systems (dynamics, sensors measuring vehicle dynamics quantities, actuators, models, simulation, control, and optimization). They are able to understand and solve tasks on vehicle dynamics systems with appropriate methods. By completing the module, students should also be able to recognize and incorporate the challenges of today's and future digital societies and thus assume social responsibility. In the field of vehicle dynamics systems, this includes, for example, raising awareness of socially relevant topics such as age and technology or circular economy and sustainability.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Mechatronik und Mechanik.				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Robotik und Automotive“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“ und „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-379				
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Dr. h.c. Torsten Bertram		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 2-37: Sichere Kommunikationstechnik					ETIT-294	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum SoSe	1 Semester	2. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung		LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Sichere Kommunikationstechnik Vorlesung		08 0090	V	2
	2	Sichere Kommunikationstechnik Übung		08 0091	Ü	1
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch					
3	Lehrinhalte 1. Einleitung: Schutzziele 2. Kryptologie: Symmetrische Verfahren 3. Kryptologie: Unsymmetrische Verfahren 4. Hashfunktionen 5. Sicherheitskonzepte und Protokolle 6. Sicherheit in drahtlosen Netzwerken Literatur Paar, Pelzl: Understanding Cryptography Eckert: IT-Sicherheit Sorge: Sicherheit in Kommunikationsnetzen Esslinger et al.: Das Cryptool-Buch: Kryptographie lernen und anwenden mit Cryptool und SageMath					
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss sind die Studierenden in der Lage, die Problematik sicherer und zuverlässiger Kommunikationssysteme zu erkennen, Lösungsansätze zu verstehen und weiter zu entwickeln sowie relevante Standards nachvollziehen zu können. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der sicheren und zuverlässigen Kommunikationstechnik z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 30 Minuten) oder Klausur (max. 90 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkte „Computer Engineering“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“, Referenzmodulnummer: MB-363					
9	Modulbeauftragte/r Dr.-Ing. Wolfgang Endemann			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 2-38: Smart Grids					ETIT-296
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 2. Semester	LP 6	Präsenzanteil 55 h	Eigenstudium 125 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Smart Grids Lecture	08 0102	V	3
	2	Smart Grids Practical works	08 0103	P	1
2	Lehrveranstaltungssprache Englisch				
3	Teaching content This course will handle the following aspects of the changing electrical energy network: <ol style="list-style-type: none"> 1. Energy transition towards sustainability 2. New distribution grid users (renewable energy sources, loads and energy storage) 3. Electro-mobility 4. Conventional distribution grids and their transformation for massive renewable integration 5. State estimation 6. Congestion management (Voltage CM and Thermal CM) 7. Protection and control functions 8. Time-series based planning of renewable dominated distribution grids 9. Grid automation and future trends 				
4	Competencies Renewable energy resources are primarily integrated on the distribution grid level. Therefore, competencies of understanding the integration of renewable energy resources into the distribution grids are key for transforming the energy system towards sustainability. The students successfully finishing the course should be able to <ul style="list-style-type: none"> • understand the challenges in today's and future sustainable electrical energy distribution grids • comprehend the multiple areas of research done in the distribution grids • develop new solution approaches for energy system transformation towards renewable energy integration based on their acquired knowledge through lectures and practical works By completing the module, students should also be able to recognize and incorporate the challenges of today's and future digital societies and thus assume social responsibility. In the field of smart grids, this includes, for example, raising awareness of socially relevant topics such as age and technology or data security and digital participation				
5	Exams <i>Module Exam:</i> oral exam (max. 30 minutes) or written exam (max. 120 minutes) * <i>Prerequisites:</i> Active participation in practical works (laboratory tasks, presentations, etc.,) is also a prerequisite to participate in the examination * The responsible lecturer will announce the mode of the examination two weeks after the start of the lecture at the very latest.				
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Basic knowledge in Electrical Energy Engineering				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkte „Elektrische Energietechnik“				
9	Modulbeauftragte/r Dr.-Ing. Ulf Häger		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 3-28: Machine Learning in Robotics					ETIT-277	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum SoSe	1 Semester	2. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Machine Learning in Robotics (Maschinelles Lernen in der Robotik) Vorlesung	08 0808	V	2	
	2	Machine Learning in Robotics (Maschinelles Lernen in der Robotik) Übung	08 0809	Ü	1	
2	Lehrveranstaltungs-sprache Englisch					
3	Lehrinhalte 1. Grundlagen des Maschinellen Lernens 2. Regression 3. Künstliche Neuronale Netze 4. Rekurrente Neuronale Netze 5. Deep Learning 6. Verstärkendes Lernen (Reinforcement Learning) Literatur: Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, Deep Learning, MIT Press, 2016 Richard Sutton, Andrew G. Barton, Reinforcement Learning an Introduction, 2nd edition, MIT Press, 2018 ausgewählte Veröffentlichungen aus Zeitschriften und Konferenzen					
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls beherrschen die Studierenden die wesentlichen theoretischen und praktischen Methoden des maschinellen Lernens in der Robotik. Studierende können Aufgabenstellungen zu neuronalen Netzen, verstärkendem Lernen und Lernen durch Demonstration selbständig mit ausgewählten Methoden und Algorithmen in ROS/Matlab lösen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich des maschinellen Lernens in der Robotik z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: keine					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Robotik und Automotive“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“ und „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-382					
9	Modulbeauftragte/r apl. Prof. Dr. rer. nat. Frank Hoffmann		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			

Modul 2-41: Hochintegrierte Mikro- und Nanosysteme					ETIT-401
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 1 Woche (Block)	Studienabschnitt 2. Semester	LP 5	Präsenzanteil 35 h	Eigenstudium 115 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Hochintegrierter Mikro- und Nanosyst. Vorl.	08 0312	V	2
		Entw., Herst. u. Analyse hochintegrierter Mikro- und Nanosyst. Übung	08 0313	Ü	1
2	Lehrveranstaltungs-sprache Deutsch				
3	Lehrinhalte <ol style="list-style-type: none"> 1. Bauelemente und deren Skalierungsverhalten 2. Schaltnetze und Schaltwerke 3. Anwendungen wie lineare und nichtlineare Analogschaltungen, DA-/AD-Wandlern 4. Zuverlässigkeit und Qualitätssicherung 5. Analytikgrundlagen: Strahlungsanregungen, Wechselwirkungsvorgänge 6. In-line Messverfahren: REM, Ellipsometrie, CV-Messung 7. Methoden zur IC-Charakterisierung <p>Literatur Baker: CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation Henzel, Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers Goser: Nanoelectronics and Nanosystems - From Transistors to Molecular and Quantum Devices</p>				
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls beherrschen die Studierenden die wesentlichen theoretischen und praktischen Methoden zum Entwurf, zur Herstellung und zum Test komplexer mikro-/nanoelektronischer Anordnungen und Baugruppen. Aufgabenstellungen in der Projektierung und Optimierung integrierter Systeme können die Studierenden einordnen und selbstständig mit eigenständig ausgewählten Methoden lösen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der hochintegrierten Mikro- und Nanosysteme z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Ausreichende Kenntnisse in Grundlagen der Elektrotechnik, Halbleiterbauelemente und Werkstoffe der Elektrotechnik. Die Anzahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ist begrenzt. Die Zulassung zur Teilnahme erfolgt gem. §9 der Prüfungsordnung.				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkte „Nano- und Quantentechnologie“				
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Stefan Tappertzhofen		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 2-48: Optimal Power Flow Problems					ETIT-406
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 1 Semester oder Block	Studienabschnitt 2. Semester	LP 5	Präsenzanteil 35 h	Eigenstudium 115 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Optimal Power Flow Problems Vorlesung	08 XXXX	V	2
	2	Optimal Power Flow Problems Übung	08 XXXX	Ü	1
2	Lehrveranstaltungssprache Englisch				
3	<p>Lehrinhalte</p> <p>Das Problem des optimalen Lastflusses (engl. Optimal Power Flow (OPF)) in Energienetzen tritt in mannigfaltigen Formulierungen und Varianten in der Energietechnik auf. In diesem Kontext bietet die Vorlesung eine Einführung in unterschiedliche Aspekte von OPF Problemen. Es werden die folgenden Themenkomplexe behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung des OPF Problems in AC • Konvexe Approximationen des OPF Problems • Stochastische Formulierungen des AC OPF Problems • Dynamische Formulierungen des OPF Problems für Transport- und Verteilnetzen unter Berücksichtigung von Speicherdynamik • Verteilte Formulierungen des OPF Problems • Ausblick auf Ansätze zur Kopplung von elektrischen Netzen und Gasnetzen <p>Die Lösung wird praktisch mit Hilfe von Standardsoftware (bspw. Matpower oder Pandapower, powermodels.jl) erprobt.</p> <p>Literatur</p> <p>Frank, Stephen, Ingrida Steponavice, and Steffen Rebennack. "Optimal power flow: a bibliographic survey I." Energy systems 3.3 (2012): 221-258.</p> <p>Frank, Stephen, Ingrida Steponavice, and Steffen Rebennack. "Optimal power flow: a bibliographic survey II." Energy systems 3.3 (2012): 259-289.</p> <p>Capitanescu, Florin. "Critical review of recent advances and further developments needed in AC optimal power flow." Electric Power Systems Research 136 (2016): 57-68.</p> <p>Faulwasser, Timm, Alexander Engelmann, Tillmann Mühlpfordt, and Veit Hagenmeyer. "Optimal power flow: an introduction to predictive, distributed and stochastic control challenges." at-Automatisierungstechnik 66, no. 7 (2018): 573-589.</p>				
4	<p>Kompetenzen</p> <p>Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul besitzen die Studierenden grundlegende Kenntnisse zur Formulierung und Lösung von OPF Problemen. Insbesondere sind sie in der Lage die verschiedenen Arten von OPF Problemen zu erkennen, zu formulieren und mit Hilfe geeigneter Software-Werkzeuge zu lösen.</p> <p>Anhand praxisnaher Beispiele haben die Studierenden darüber hinaus einen Einblick in die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten des OPF Problems in der Energietechnik erlangt. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich des OPF Problems z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.</p>				
5	<p>Prüfungen</p> <p><i>Teilleistungen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (max. 30 Minuten) • vorlesungsbegleitende Projektarbeit mit schriftlichem Bericht* <p>* Die Gesamtnote wird aus dem arithmetischen Mittel der Teilnoten gebildet. Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.</p>				

Module 2-49: Mobile Radio Networks 1: Fundamentals and Design Aspects					ETIT-407	
Rota anually SoSe	Duration 1 Semester	Semester 2nd semester	Credits 5	Presence 35 h	Self-Study Load 115 h	
1	Module Structure					
	No.	Element / Course	LSF-No.	Type	SWS	
	1	Mobile Radio Networks 1: Fundamentals and Design Aspects: Lecture	08 0104	V	2	
2	Mobile Radio Networks 1: Fundamentals and Design Aspects: Lab Course	08 0105	P	1		
2	Language English					
3	Content <ol style="list-style-type: none"> Market aspects and historical development of mobile communications System aspects (characteristics of propagation, subscriber mobility, resource demand and spectrum allocation, network planning, protocols) TDMA- und CDMA-based cellular networks (2G GSM/GPRS/EDGE, 3G UMTS/HSPA) System architecture of OFDMA-based cellular networks (4G LTE) <p>The discussion of theoretical content is complemented by practical demonstrations and by case studies on ongoing research and business aspects of mobile radio networks.</p> <p>Literature (respective latest version) Walke, B.: Mobile Radio Networks, Wiley Rappaport, Theodore S. Wireless communications: principles and practice. Prentice Hall. Dahlmann, E.; Parkvall, S.; Sköld, J.: 4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, Academic Press</p>					
4	Competencies After successful completion of the module, students understand the system architectures, protocols, dimensioning and operation of mobile radio networks. Students are able to evaluate the possibilities and challenges of using wireless networks in different deployment environments and fields of application, and to make a technically sound selection. In this way, they acquire the competence to attend more advanced courses or to study more advanced topics for themselves. By completing the module, students should also be able to recognize and incorporate the challenges of today's and future digital societies and thus assume social responsibility. In the field of mobile radio networks, this includes, for example, raising awareness of socially relevant topics such as age and technology or data security and digital participation.					
5	Examination <i>Module exam: oral exam (max. 40 minutes) or written exam (max. 180 minutes)*</i> <i>Course work: successful completion of lab tasks</i> *The exact examination modalities will be announced by the 2nd event at the latest.					
6	Forms of examination and performance <input checked="" type="checkbox"/> <i>Module exam</i> <input type="checkbox"/> Part of modular exam					
7	Participation requirements None. Basic knowledge of digital communications and electromagnetic wave propagation is recommended.					
8	Module type and usability of the module Mandatory Elective Course in Master Degree Program „Electrical Engineering and Information Technology“, Major „Computer Engineering“. Elective Class in Master Degree Program „Industrial Engineering“, recommended in major „Information Technology“, module reference number: MB-392. Elective Class in Master Degree Program „Automation & Robotics“, recommended in major „Cognitive Systems“, module reference number: AR-234.					

	Elective Class in Master Degree Program „Applied Computer Science” and „Computer Science”, both with application subject „Electrical Engineering”, module reference number: INF-MSc-AF-ET-230.	
9	Module Supervisor Prof. Dr.-Ing. Christian Wietfeld	Faculty in Charge Faculty of Electrical Engineering and Information Technology

Module 2-50 Mobile Radio Networks 2: Advanced Network Concepts						ETIT-408
Rota anually SoSe	Duration 1 Semester	Semester 2nd semester	Credits 5	Presence 35 h	Self-Study Load 115 h	
1	Module Structure					
	No.	Element / Course		LSF-No.	Type	SWS
	1	Mobile Radio Networks 2: Advanced Network Concepts: Lecture		XXX	V	2
2	Mobile Radio Networks 2: Advanced Network Concepts: Lab Course		XXX	P	1	
2	Language English					
3	Content <ol style="list-style-type: none"> Local radio networks (WLAN/Wi-Fi, WPAN, Mesh, DECT) Wireless Internet of Things networks (Low Power Wide Area Networks, Cellular-IoT) Advanced features of 4G and 5G networks (Carrier Aggregation, Device-to-Device, Network Slicing, Beamforming, Ultra Reliable and Low Latency Communications) Satellite networks, Aerial Wireless Networks Future mobile network concepts for 5G-Advanced and 6G (e.g. mmWave/THz spectrum, Reflective Intelligent Surfaces, Integration of Artificial Intelligence) <p>The discussion of theoretical content is complemented by practical demonstrations and by case studies on ongoing research and business aspects of mobile radio networks.</p> <p>Literature (respective latest version) Liberg, Olof, et al. Cellular Internet of Things: From Massive Deployments to Critical 5G Applications. Academic Press, 2019. Dahlmann, E.; Parkvall, S.; Sköld, J.: 4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, Academic Press P. Marsch, A. Osseiran, J.F. Monserrat, 5G Mobile and Wireless Communications Technology, Cambridge University Press</p>					
4	Competencies Upon successful completion of the module, students understand advanced and upcoming mobile radio network concepts and terminology which enables them to characterize research-related challenges of integrating the considered features, assess the feasibility, and to develop design solutions according to design goals. Students further deepen their knowledge base on specific network designs for particular fields of application, and to make a technically sound selection. By completing the module, students should also be able to recognize and incorporate the challenges of today's and future digital societies and thus assume social responsibility. In the field of advanced mobile radio networks, this includes, for example, raising awareness of socially relevant topics such as age and technology or data security and digital participation.					
5	Examination <i>Module exam: oral exam (max. 40 minutes) or written exam (max. 180 minutes)*</i> <i>Course work: successful completion of lab tasks</i> *The exact examination modalities will be announced by the 2nd event at the latest.					
6	Forms of examination and performance <input checked="" type="checkbox"/> <i>Module exam</i> <input type="checkbox"/> Part of modular exam					
7	Participation requirements None. Basic knowledge of mobile radio networks is recommended.					
8	Module type and usability of the module Mandatory Elective Course in Master Degree Program „Electrical Engineering and Information Technology“, Major „Computer Engineering“. Elective Class in Master Degree Program „Industrial Engineering“, recommended in major „Information Technology“, module reference number: MB-393.					

	Elective Class in Master Degree Program „Automation & Robotics”, recommended in major „Cognitive Systems”, module reference number: AR-235 . Elective Class in Master Degree Programs „Applied Computer Science” and „Computer Science”, both with application subject „Electrical Engineering”, module reference number: INF-MSc-AF-ET-263.	
9	Module Supervisor Prof. Dr.-Ing. Christian Wietfeld	Faculty in Charge Faculty of Electrical Engineering and Information Technology

Modul 2-52: Nanotechnologie					ETIT-410
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium
Jährlich zum SoSe	1 Semester	2. Semester	10	65 h	235 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Nanotechnologie Vorlesung	080190	V	2
	2	Nanotechnologie Übung	080191 A	Ü	1
	3	Nanotechnologie Blockpraktikum	080191 B	P	2
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch				
3	Lehrinhalte <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen höchstskalierter elektronischer Bauelemente, Energie- und Leistungsverbrauch • Herstellungsprozesse für Nanostrukturen und Nanomaterialien • Halbleiter, Verbindungshalbleiter, Oxidelektronik und amorphe Halbleiter • Niederdimensionale Materialien (Quantenpunkte, Nanodrähte, 2D-Materialien) • Konzepte neuartiger mikro- und nanoelektronischer Bauelemente • Nanoionische Systeme • Einführung in die Photonik und Spintronik Literatur R. Waser, Nanoelectronics and Information Technology, 3. Auflage, Wiley-VCH, 2012 H. Klar, T. Noll, Integrierte Digitale Schaltungen, 3. Auflage, 2015, Springer				
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden Konzepte und Strategien zur Lösung von Skalierungs- und Integrationsproblemen moderner Mikro- und Nanoelektronik. Dazu zählen neuartige niederdimensionale Materialien und Halbleiter für Hochfrequenzanwendungen sowie die praktische Anwendung wichtiger Herstellungsmethoden für Nanostrukturen und Nanomaterialien. Die Studierenden sind in der Lage, die Konzepte im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit moderner Mikro- und Nanotechnologie qualitativ zu vergleichen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der moderner Mikro- und Nanoelektronik z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> Erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsversuche in Element 3. *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkte „Nano- und Quantentechnologie“ sowie „Computer Engineering“.				
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Stefan Tappertzhofen		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 2-53: Entwurf und Modellierung leistungselektronischer Systeme					ETIT-411	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP 5	Präsenzanteil 35 h	Eigenstudium 115 h	
Jährlich zum SoSe	1 Semester	2. Semester				
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Entwurf und Modellierung leistungselektronischer Systeme Vorlesung	08 XXX	V	2	
	2	Entwurf und Modellierung leistungselektronischer Systeme Praktikum	08 XXX	P	1	
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch					
3	Lehrinhalte Dieses Modul adressiert für moderne Leistungselektronik geeignete Entwurfsmethoden führt in die erforderliche Aufbau- und Verbindungstechnik ein. <ol style="list-style-type: none"> 1. Simulationsverfahren für leistungselektronische Systeme 2. Modellierung leistungselektronischer Komponenten 3. Methoden zur Vermessung und Charakterisierung 4. Aufbau-/Verbindungstechnik und Zuverlässigkeitsaspekte 5. weitere ausgewählte Kapitel aus der aktuellen Forschung Literatur G. Gildenblat: <i>Compact Modeling: Principles, Techniques and Applications</i> . Springer, 2010. F. Najm: <i>Circuit Simulation</i> . Wiley-IEEE Press, 2010. J. Lutz: <i>Semiconductor Power Devices: Physics, Characteristics, Reliability</i> . Springer, 2018.					
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden zentrale Entwurfsverfahren leistungselektronischer Systeme einschließlich der dabei verwendeten Modelle und sind mit wesentlichen Messmethoden vertraut. Die besonderen Anforderungen an die Aufbau- und Verbindungstechnik leistungselektronischer Systeme sind ihnen geläufig, außerdem kennen sie die wichtigsten Einflussgrößen für die Zuverlässigkeit. Sie sind in der Lage, zielgerichtet beim Entwurf moderner leistungselektronischer Systeme vorzugehen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der modernen Leistungselektronik z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die Prüfung kann gemeinsam mit dem Modul ETIT-286 (SCHNELLSCHALTENDE LEISTUNGSELEKTRONISCHE SYSTEME) abgelegt werden. *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsform <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistung					
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Kenntnisse: Grundkenntnisse der Leistungselektronik und der (Leistungs-)Halbleiter					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“					

	Schwerpunkte „Elektrische Energietechnik“, „Robotik und Automotive“ und „Nano- und Quantentechnologie“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlene Schwerpunkte „Informationstechnik“ und „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-	
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Modul 2-54: Diagnose und Zustandsanalyse in der elektrischen Energieversorgung					ETIT-412
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium
Jährlich zum SoSe	1 Semester	2. Semester	5	45 h	105 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Diagnose und Zustandsanalyse in der elektrischen Energieversorgung Vorlesung	xx xxx	V	2
	2	Diagnose und Zustandsanalyse in der elektrischen Energieversorgung Übung	xx xxx	Ü	1
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch				
3	Das Modul ist eine kooperative Veranstaltung des HST und des ie3 und wird von Mitarbeitenden beider Lehrstühle betreut. Lehrinhalte Teil A (Lehrstuhl HST – Prof. Jenau) <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Betriebsmittel von elektrischen Netzen • Hochspannungstechnische Diagnose- und Fehlerfrüherkennungsmethoden • Teilentladungsdiagnose Teil B (Institut ie3 – Prof. Rehtanz) <ul style="list-style-type: none"> • Sternpunktbehandlung und Physik von Erd- & Kurzschlüssen • Fehlerrichtungsalgorithmen • Validierung von Schutzgeräten und Fehlerrichtungsanzeigern Literatur A.Küchler: Hochspannungstechnik, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, 2005. Gernot Druml, "Innovative Methoden zur Erdschlussortung und Petersen-Spulen Regelung" Dissertation, Institut für Elektrische Anlagen Technische Universität Graz, TU Graz, 2012.				
	Kompetenzen Durch die Teilnahme des Kurses erlernen Studierende die Grundlagen der Fehlerfrüherkennung und Teilentladungsdiagnose, welche zur Steigerung der Nachhaltigkeit und Resilienz der elektrischen Energiesysteme angewendet werden. Daran anbindend verfügen sie auch Kenntnisse im Bereich der Fehlerdiagnose mit Fokus auf typische Netzfehler und den dabei angewendeten Algorithmen sowie deren Validierung. Durch die Laborversuche werden zudem praktische Fähigkeiten in der Teilentladungsdiagnose und im Hardware-in-the-Loop-Test von Fehlerrichtungsanzeigern erlangt.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Elektrische Energietechnik“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Management elektrischer Systeme“, Referenzmodulnummer: MB-XXX Wahlpflichtmodul in den Masterstudiengängen Informatik oder Angewandte Informatik mit Neben- Anwendungsfach Elektrotechnik.				
9	Lehrbeauftragter/Dozent: Dr.-Ing. Erwin Burkhardt Modulbeauftragte:		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

	Prof. Dr.-Ing. Christian Rehtanz Prof. Dr.-Ing. Frank Jenau	
--	--	--

Modul 2-54: Principles of Sustainability					ETIT-413	
Rota		Duration	Semester	Credits	Attendance	Self-study
Anually at SoSe		1 Semester	2nd Semester	5	35 h	115 h
1	Module structure					
	Nr.	Courses		LSF no.	Type	SWS
	1	Principles of Sustainability		08 XXXX	V	2
	2	Principles of Sustainability		08 XXXX	Ü	1
2	Language English					
3	Content 1. What is Sustainability? 2. Legal framework 3. Reporting und Monitoring 4. Our CO2 footprint 5. Circular Economy in the context of energy supply 6. Climate neutral energy supply and demand 7. Sustainable solutions for energy systems (2 lectures) 8. Social Responsibility 9. The Year 2040 Literature tbd					
4	Competencies After the successful completion, students have the necessary solid knowledge on principles of sustainability. They can put sustainable approaches and solutions into the context of the current legal framework and develop appropriate reporting and monitoring methods. The handling of the different levels of sustainability and their necessary interaction is conveyed based on energy systems. The students can derive the impact of new technology and processes on the path of sustainability. By completing the module, students should also be able to recognize and incorporate the challenges of today's and future digital societies and thus assume social responsibility. In the field of sustainability, this includes, for example, raising awareness of socially relevant topics such as age and technology or circular economy.					
5	Examination <i>Module exam:</i> oral exam (max. 40 minutes) or written exam (max. 90 minutes) * <i>Examination prerequisites:</i> tbd * The exact examination modalities will be announced at the latest for the 2nd event.					
6	Type and Performance of Examination <input checked="" type="checkbox"/> Module Exam <input type="checkbox"/> Accumulated grade					
7	Module prerequisites Recommended preconditions: Knowledge about principles of energy technology					
8	Module type and usability of the module Elective Class in the Master's degree program „Electrical engineering and Information Tecnology“, Major Fields „Computer Engineering“ and „Elektrische Energietechnik“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Automation and Robotics“. Mandatory module in the Master's degree program Sustainable Energy Systems.					
9	Module Supervisor Hon.Prof. Dr.-Ing. Lars Jendernalik			Faculty in charge Faculty of Electrical Engineering and Information Technology		

Modul 2-45: Quantum Computing					ETIT-500
Turnus Jährlich zum SoSe	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 2. Semester	LP 5	Präsenzanteil 45 h	Eigenstudium 105 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Quantencomputer Vorlesung	08 0110	V	2
	2	Quantencomputer Übung	08 0111 A	Ü	1
	3	Quantencomputer Praktikum	08 0111 B	P	1
2	Lehrveranstaltungssprache Englisch				
3	Lehrinhalte <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction into the mathematical and physical foundations of quantum mechanics (Dirac notation, unitary matrices, tensor product, wave equations, uncertainty principle, Schrödinger equation, superposition, entanglement, no-cloning theorem) 2. Quantum bits and quantum registers 3. Algorithms and quantum gates (Hadamard matrix, controlled-NOT, Toffoli gate, adder circuits, Deutsch algorithm, Deutsch-Jozsa algorithm, Grover iteration) 4. Quantum error correction (flip-bit and sign-flip, Shor code) 5. Quantum teleportation and Quantum cryptography 6. Current research towards technical realization of Quantum computer (ion traps, laser cooling, optical and hyperfine structure qubits, cryogenic systems, cryo-CMOS, superconducting systems, BCS theory, energy considerations and sustainability) Literatur Stefan Tappertzhofen, Jack Alexander-Webber – Quantum Technology, Elsevier, 1 st Edition, 2025 Jack Hidary - Quantum Computing: An applied approach, Springer-Nature, 1 st Edition, 2019				
4	Kompetenzen Upon completion of the module, students will be familiar with the basics of modern quantum computers from an engineering perspective. They will gain knowledge about the mathematical and physical foundations of quantum computers and their associated algorithms, as well as current research on the technical realization of quantum computers. This theoretical knowledge will be expanded in the practical course through programming examples to develop practical skills regarding the functioning of quantum computers. By completing the module, students will be able to recognize and incorporate the challenges of today's and future digital societies, thereby taking on social responsibility. This includes raising awareness of socially relevant topics in the field of modern quantum computers, such as aging and technology or circular economy and sustainability.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> <ul style="list-style-type: none"> • regelmäßige aktive Teilnahme am Praktikum (Element 3) *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkte „Computer Engineering“ und „Nano- und Quantentechnologie“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Automation and Robotics“.				

9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Stefan Tappertzhofen	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

3. Semester

Projektarbeit

Es sind insgesamt 6 Leistungspunkten erfolgreich zu erwerben.

Oberseminar

Es sind insgesamt 5 Leistungspunkten erfolgreich zu erwerben.

Industriepraktikum

Es sind insgesamt 14 Leistungspunkten erfolgreich zu erwerben.

Wahlpflichtmodule

Insgesamt sind 30 Leistungspunkte in den Wahlpflichtmodulen (laut Studienverlaufsplan Semester 2 und 3) erfolgreich zu erwerben.

Bei Profilwahl:

Es sind insgesamt 20 Leistungspunkte zu erwerben, die dem Profil zugeordnet sind. Die Zuordnung befindet sich in Abschnitt 8 der Modulbeschreibungen. Die anderen 10 Leistungspunkte können frei gewählt werden.

Folgende 4 Profile stehen zur Auswahl:

- Computer Engineering
- Elektrische Energietechnik
- Nano- und Quantentechnologien
- Robotik und Automotive

Ohne Profilwahl:

Alle 30 Leistungspunkte können frei gewählt werden.

Module 2-1: Design and Operation of Electrical Machines					ETIT-220	
Turnus	Duration	Study section	LP	Attendance rate	Self-study	
Annually at WS	1 Semester	3rd Semester	5	35 h	115 h	
1	Module structure					
	No.	Element / Course		LSF no.	Type	SWS
	1	Design and Operation of Electrical Machines (lecture)		08 0117	V	2
	2	Design and Operation of Electrical Machines (tutorial)		08 0118	Ü	1
	3	Design and Operation of Electrical Machines (course lab)		??????	P	
2	Course language English					
3	Teaching content					
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Magnetic fields in electrical machines 2. Design of three-phase windings 3. Modeling of electrical machines depending on the design parameters 4. Materials for electrical machines 5. Rough design of asynchronous machines and synchronous machines 					
	Literature Krause: Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, IEEE-Wiley Press					
4	Competencies					
	<p>After successfully completing the module, students will be able to design, evaluate and modify asynchronous machines and synchronous machines using the appropriate tools. They understand why and how magnetic fields arise within a machine and are able to calculate them. They will be able to classify different types of machines and their areas of application. They will also be familiar with different materials and their areas of application in electrical engineering.</p> <p>By completing the module, students should also be able to recognize and incorporate the challenges of today's and future digital societies and thus assume social responsibility. In the field of asynchronous and synchronous machines, this includes, for example, raising awareness of socially relevant topics such as age and technology or the circular economy and sustainability.</p>					
5	Examinations					
	<p><i>Module Exam:</i> oral exam (max. 40 minutes) or written exam (max. 180 minutes) *</p> <p><i>Course achievements:</i> Successful completion of the lab course attempt in part 3.</p> <p>The course work is a prerequisite for participation in the Module Exam.</p> <p>The examination can be taken together with the module ETIT 283 (Electrical Drive Systems).</p> <p>* The exact examination modalities will be announced by the 2nd course at the latest.</p>					
6	Examination forms and performance					
	<input checked="" type="checkbox"/> Module examination <input type="checkbox"/> Partial services					
7	Participation requirements					
	Recommended prerequisites: Fundamentals of electrical machines.					
8	Module type and applicability of the module					
	Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“ Schwerpunkt „Elektrische Energietechnik. Elective Class in the Master's degree program Sustainable Energy Systems, <i>Energy Systems Catalogue</i> .					
9	Module supervisor			Responsible faculty		
	Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof			Faculty of Electrical Engineering and Information Technology		

Modul 3-5: Optosensorik für Energieanlagen					ETIT-254	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	3. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Optosensorik für Energieanlagen Vorlesung	08 0377	V	2	
2	Optosensorik für Energieanlagen Übung	08 0378	Ü	1		
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch					
3	Lehrinhalte 1. Mathematische Modellierung 2. Sensorische Effekte 3. Komponenten 4. Auswertungsverfahren 5. Anwendungsbeispiele Literatur Yariv, Yeh: Optical waves in crystals; Udd: Fiber optic sensors; Bludau: Lichtwellenleiter in Sensorik und optischer Nachrichtentechnik; Lopéz-Higuera: Handbook of optical fibre sensing Technology					
4	Kompetenzen Nach erfolgreicher Absolvierung kennen die Studierenden die Einsatzmöglichkeiten und -grenzen optischer Sensoren als exemplarische Bestandteile von Überwachungs- und Schutzeinrichtungen. Sie können eigenständig optische Messanordnungen für gegebene Messaufgaben entwickeln und haben die Fähigkeit verschiedene Sensortechnologien bezüglich spezifischer Vor- und Nachteile zu bewerten. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Optosensorik für Energieanlagen z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse in den Grundlagen der Energietechnik					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Elektrische Energietechnik“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-333 Kann nur als Zusatzmodul belegt werden, wenn eine Einschreibung in den Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik vorliegt.					
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Frank Jenau			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 3-10: Messtechnik photonischer Netze					ETIT-259	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	3. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Messtechnik für Photonische Netze Vorlesung	08 0212	V	2	
	2	Messtechnik für Photonische Netze Übung	08 0213	Ü	1	
	3	Praktikumsversuche (2)	08 0214	P		
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch					
3	Lehrinhalte der Elemente 1 und 2 1. Grundlagen optischer Messverfahren 2. Messtechnische Bestimmung von optischen Leistungen, Spektren, zeitaufgelösten Signalen 3. Charakterisierung von Komponenten 4. Experimentelle Bestimmung der Systemeigenschaften Lehrinhalte von Element 3 Zwei Praktikumsversuche: Messung optischer Spektren und Charakterisierung optischer Verstärker Literatur Derickson: Fiber Optic Test and Measurement					
4	Kompetenzen Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die Funktionsweise von Messverfahren zur Bestimmung optischer Größen, der Eigenschaften optischer Komponenten und des Systemverhaltens. Dadurch wird eine gute Ausgangsbasis geschaffen für erfolgreiches experimentelles Arbeiten in Laserlaboren und in Laboren mit faseroptischer Übertragungstechnik. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Messtechnik photonischer Netze z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe..					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> <ul style="list-style-type: none"> Erfolgreiche Bearbeitung der beiden Praktikumsversuche in Element 3 Die Studienleistung ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung. *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagenkenntnisse zu optischer Übertragungstechnik sind hilfreich aber nicht zwingend erforderlich					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkte „Computer Engineering“ sowie „Nano- und Quantentechnologie“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“, Referenzmodulnummer: MB-314 Kann nur als Zusatzmodul belegt werden, wenn eine Einschreibung in den Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik vorliegt.					
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Peter Krummrich		Zuständiger Fachbereich Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			

Modul 3-11: Hochfrequenzsysteme					ETIT-260	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	3. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung		LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Hochfrequenzsysteme Vorlesung		08 0178	V	2
	2	Hochfrequenzsysteme Übung		08 0179	Ü	1
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch					
3	Lehrinhalte: 1. Grundlagen der Wellenausbreitung 2. Antennen 3. Hochfrequenztechnische Anlagen und Systeme (Radarsysteme, Richtfunktechnik, Mobilfunktechnik, Satellitenkommunikation) 4. Messtechnik Literatur Voges: Hochfrequenztechnik, Unger: Hochfrequenztechnik in Funk und Radar					
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss verfügen die Studierenden über die Kompetenz, Hochfrequenzsysteme zu konzipieren und zu bewerten. Dabei können die Studierenden diese Hochfrequenzsysteme insbesondere mit Bauelementen und Schaltungen der Hochfrequenztechnik entwerfen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Hochfrequenztechnik z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten)* <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Hochfrequenztechnik, wie sie in Modul ETIT-300 vermittelt werden, sind hilfreich aber nicht zwingend notwendig.					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkte „Computer Engineering“ sowie „Nano- und Quantentechnologie“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“, Referenzmodulnummer: MB-315 Kann nur als Zusatzmodul belegt werden, wenn eine Einschreibung in den Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik vorliegt.					
9	Modulbeauftragte/r apl. Prof. Dr.-Ing. Dirk Schulz			Zuständiger Fachbereich Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 3-13: Satellitennavigation					ETIT-262	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	3. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Satellitennavigation Vorlesung	08 0181	V	2	
	2	Satellitennavigation Übung	08 0182	Ü	1	
2	Lehrveranstaltungssprache: Deutsch					
3	Lehrinhalte					
	<ol style="list-style-type: none"> Grundlagen (Ortsbestimmung und Navigation; Ortungsgeometrie; Kooperative Funkortung; Historische Entwicklung der Satellitennavigation; Funktionsprinzip eines GNSS; Zivile Anwendungen eines GNSS) Bezugssysteme (Relativität von Raum und Zeit; Baryzentrisches System; Die Erdachse im Raum; ECI-System; Polbewegung; ECEF-System; Geoid; Geodätisches System; Transformationen; Objektbezogene Systeme; Zeitsysteme) Orbits (Gestörte Keplersche Bahnen; Walker Konstellation; Dilution of Precision; Orbit Tracking; Almanach und Ephemeriden) Links (Grundlagen; Atmosphärische Effekte; Relativistische Effekte; Einfluss der Empfangsantenne; Mehrwegeausbreitung) Signale und Empfänger (Modulationstechniken; Kalman-Filter; Navigationsempfänger; Gezielte Störungen) Positionsbestimmung (Point Positioning; Relative Positioning) Systeme (GPS, GLONASS; GALILEO; BEIDOU; COSPAS-SARSAT; QZSS; Differential GNSS; Augmented GNSS; Assisted GNSS) 					
	Literatur: Den Studierenden wird ein umfassendes deutschsprachiges Vorlesungsskript zur Verf. gestellt. Ergänzend werden folg. Lehrbücher empf.: Hofmann-Wellenhoff, Lichtenegger, Wasle: GNSS					
4	Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über ein vertieftes Verständnis der für GNSS verwendeten Satellitenbahnen und können die Satellitenbewegung einschließlich der relativistischen Effekte mit hoher Genauigkeit beschreiben. Sie können mit den für die Satellitengeodäsie notwendigen Bezugssystemen umgehen. Die Studierenden verfügen nach erfolgreichem Abschluss des Moduls über vertiefte Kenntnisse der Übertragung von Navigationssignalen zwischen Satellit und terrestrischem Endgerät. Sie verstehen die Eigenschaften der Navigationssignale und die Funktionsweise von Navigationsempfängern. Die Studierenden gewinnen dazu einen Überblick über real existierende Systeme für die Satellitennavigation und deren wichtigste Anwendungen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Satellitennavigation z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Datensicherheit und digitale Teilhabe.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Satellitenkommunikationstechnik					

8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Computer Engineering“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“, Referenzmodulnummer: MB-316 Kann nur als Zusatzmodul belegt werden, wenn eine Einschreibung in den Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik vorliegt.		
9	<table border="1"><tr><td data-bbox="702 392 861 468">Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Klaus Meng</td><td data-bbox="861 392 1461 468">Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik</td></tr></table>	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Klaus Meng	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Klaus Meng	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 3-16: Komponenten und Systeme für die Elektromobilität					ETIT-265
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium
Jährlich zum WS	1 Semester	3. Semester	5	35 h	115 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Komponenten und Systeme für die Elektromobilität Vorlesung	08 0723	V	2
	2	Komponenten und Systeme für die Elektromobilität Übung	08 0724	Ü	1
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch				
3	Lehrinhalte <ol style="list-style-type: none"> Übersicht Elektromobilität und Fahrzeugelektronik Grundlagen zur leitungsgeführten Datenübertragung in Fahrzeugen Spezielle Fahrzeug-Bussysteme Energieübertragung in Elektrofahrzeugen Leistungselektronik (Grundlagen, DC/DC-Wandler, Inverter) Antriebstechnik für Elektro- und Hybridfahrzeuge Batterietechnologien und Batteriemangement Ladetechnik für Elektrofahrzeuge Der Fahrzeugentwicklungsprozess, Erprobungs- und Diagnoseaspekte Literatur K. Reif: Bosch Autoelektrik und Autoelektronik, Vieweg+Teubner R. Korthauer: Handbuch Lithium-Ionen-Batterien, Springer Vieweg				
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden tiefer gehende Kenntnisse zu typischen Elektronikkomponenten, den Energie- und den Datennetzen für Elektrofahrzeuge. Sie können diese Netze für ein spezifisches Fahrzeug sinnvoll auswählen und parametrieren. Zu Antriebssystemen sind alle wichtigen Komponenten bekannt und können in beliebige Fahrzeugklassen integriert werden. Die tiefer gehenden Kenntnisse zu Batterietechnologien erlauben auch Entwicklungen für die Energie- oder Informationstechnik. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Komponenten und Systeme für die Elektromobilität z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkte „Robotik und Automotive“ und „Elektrische Energietechnik“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“ und „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-316 Kann nur als Zusatzmodul belegt werden, wenn eine Einschreibung in den Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik vorliegt.				

9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Stephan Frei	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
----------	--	---

Modul 3-18: Technologien und Bauelemente der Integrierten Optik					ETIT-267	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	3. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Technologien und Bauelemente der I. Optik Vorlesung	08 0252	V	2	
	2	Technologien und Bauelemente der I. Optik Übung	08 0253	Ü	1	
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch					
3	Lehrinhalte 1. Einführung in die Integrierte Optik 2. Grundlagen der Lichtwellenleiteroptik 3. Materialien und Herstellungstechnologien integriert-optischer Wellenleiter 4. Grundbauelemente der Integrierten Optik 5. Integriert-optische Schalter und Modulatoren 6. Anwendungen integriert-optischer Komponenten in der Kommunikationstechnik und Sensorik Literatur Karthe, Müller: Integrierte Optik					
4	Kompetenzen Durch das Verständnis der wesentlichen Grundbauelemente der Integrierten Optik sind die Studierenden in der Lage, komplexe integriert-optische Schaltungen zu entwerfen. Sie besitzen zudem einen umfassenden Einblick in unterschiedliche Materialsysteme und Fertigungstechnologien zur Realisierung integriert-optischer Schaltungen. Weiterhin können sie beurteilen, in welchen Anwendungsfeldern der Kommunikationstechnik und Sensorik die unterschiedlichen Technologien zum Einsatz kommen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Integrierten Optik z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Nano- und Quantentechnologie“ Kann nur als Zusatzmodul belegt werden, wenn eine Einschreibung in den Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik vorliegt.					
9	Modulbeauftragte/r apl. Prof. Dr.-Ing. Dirk Schulz		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			

Modul 3-22: Nichtlineare Systeme und adaptive Regelung					ETIT-271	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	3. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung		LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Nichtlineare Systeme und adaptive Regelung Vorlesung		08 0174	V	2
	2	Nichtlineare Systeme und adaptive Regelung Übung		08 0175	Ü	1
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch					
3	Lehrinhalte 1. Nichtlineare Systeme: Statische Nichtlinearitäten, Kennlinienglieder, nichtlineare Regelungsstrukturen, Beschreibungsfunktion, Ruhelagen, Bifurkationen 2. Stabilität: Ljapunov-Stabilität, Kreiskriterium, Popov-Kriterium 3. Regelung nichtlinearer Systeme: Eingangs-Ausgangs-Linearisierung, Sliding Mode Regelung, exakte Linearisierung, flachheitsbasierte Folgeregelung 4. Adaptive Regelung: Adaptive Regelungsstrukturen, Identifikation dynamischer Systeme, Gain-Scheduling, Selbsteinstellender Regler, Adaptive Regelung mit Referenzmodell Literatur Khalil: Nonlinear Systems; Föllinger: Nichtlineare Regelungen I und II; Åström, Wittenmark: Adaptive Control; Adamy: Nichtlineare Regelungen					
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls, besitzen die Studierenden tiefer gehende Kenntnisse im Bereich der nichtlinearen und adaptiven Regelung. Die Studierenden können Aufgabenstellungen zur nichtlinearen und adaptiven Regelung einordnen und selbständig mit eigenständig ausgewählten Methoden lösen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der nichtlinearen und adaptiven Regelung z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Robotik und Automotive“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“ und „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-380 Kann nur als Zusatzmodul belegt werden, wenn eine Einschreibung in den Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik vorliegt.					
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Dr- h.c. Torsten Bertram			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 3-29: Leistungselektronische Schaltungen					ETIT-278	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	3. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung		LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Leistungselektronische Schaltungen Vorlesung		08 0267	V	2
	2	Leistungselektronische Schaltungen Praktikum		08 0268	P	1
2	Lehrveranstaltungs-sprache Deutsch					
3	Lehrinhalte <ol style="list-style-type: none"> 1. Gleichspannungswandler 2. selbstgeführte Umrichter 3. Grundlagen weichschaltender und resonanter Systeme 4. Modulations- und Regelungsverfahren 5. Typische Anwendungen und vertiefende Aspekte Literatur Mohan, Undeland, Robbins: Power Electronics; Michel: Leistungselektronik, 4. Auflage					
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden die wichtigsten Schaltungstopologien selbstgeführter Gleichspannungswandler und Umrichter wie auch ihre Ansteuerung und Regelung. Sie sind außerdem mit den Grundzügen weichen Schaltens und resonanter Systeme vertraut. Die Studierenden können unter Zuhilfenahme professioneller Simulationswerkzeuge leistungselektronische Systeme analysieren. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der leistungselektronischen Schaltungen z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Erfolgreiche Teilnahme an den praktischen Versuchen (Einreichung von Simulationen) Die Studienleistung ist Voraussetzung zur Teilnahme an der Modulprüfung. *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse in den Grundlagen der Energietechnik und der Leistungselektronik					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Elektrische Energietechnik“ Kann nur als Zusatzmodul belegt werden, wenn eine Einschreibung in den Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik vorliegt.					
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 3-31: Numerische Feldberechnung					ETIT-279	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	3. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Numerische Feldberechnung Vorlesung	08 0088	V	2	
2	Numerische Feldberechnung Übung	08 0089	Ü	1		
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch					
3	Lehrinhalte 1. Feldberechnung als wesentliche Analyseverfahren technischer Systeme 2. Gegenüberstellung analytischer und numerischer Feldberechnungsmethoden 3. Überblick über Grundlagen und Anwendungen unterschiedlicher Methoden 4. Zeitschrittverfahren und Kopplung zu Systemmodellen mit konzentrierten Parametern 5. Berücksichtigung nichtlinearer Werkstoffcharakteristiken Literatur Kost: Numerische Methoden in der Berechnung elektromagnetischer Felder; Eckhardt: Numerische Verfahren in der Energietechnik;					
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden numerische Methoden zur Feldberechnung anwenden, um elektrotechnische Systeme mit konzentrierten und verteilten Parametern nach der Überführung in mathematische Modelle zu berechnen und zu simulieren. Sie verfügen über die Kompetenz die Ergebnisse hinsichtlich ihrer physikalischen Realisierbarkeit kritisch zu bewerten. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der numerischen Feldberechnung z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen keine					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Elektrische Energietechnik“ Kann nur als Zusatzmodul belegt werden, wenn eine Einschreibung in den Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik vorliegt.					
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof Lehrbeauftragte/r Priv.-Doz. Dr.-Ing. habil. Meinolf Klocke			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 3-33: Electric Drive Systems					ETIT-283
Turnus Annually at WS	Duration 1 Semester	Study section 3rd Semester	LP 5	Attendance rate 35 h	Self-study 115 h
1	Module structure				
	Nr.	Element / Course	LSF no.	Typ	SWS
	1	Electric Drive Systems (lecture)	08 0132	V	2
	2	Electric Drive Systems (tutorial)	08 0133	Ü	1
3	Electric Drive Systems (course lab)	08 0134	P		
2	Course language English				
3	Teaching content				
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Structure of electric drive systems 2. Principles and modeling of electrical machines 3. Variable speed operation and position sensing methods. 4. Drive inverters and modulation techniques 				
Literature					
Krause: Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, IEEE-Wiley Press					
4	Competencies				
<p>After successful completion, students will be familiar with the essential properties of the electrical machines used in electric drive systems today and with their application in traction and industry. They are able to mathematically describe and design drive control systems consisting of electrical machines and drive inverters. They successfully apply the common methods for speed control including sensorless operation.</p> <p>By completing the module, students should also be able to recognize and incorporate the challenges of today's and future digital societies and thus assume social responsibility. In the field of electric drive systems, this includes, for example, raising awareness of socially relevant topics such as age and technology or circular economy and sustainability.</p>					
5	Exams				
<p><i>Module Exam:</i> oral exam (max. 40 minutes) or written exam (max. 180 minutes) *</p> <p><i>Course achievements:</i> Successful completion of the lab course attempt in part 3.</p> <p>The course work is a prerequisite for participation in the Module Exam.</p> <p>The examination can be taken together with the module ETIT 220 (Design and Operation of Electrical Machines).</p> <p>* The exact examination modalities will be announced by the 2nd course at the latest.</p>					
6	Forms of examination and performance				
<input checked="" type="checkbox"/> Module Exam <input type="checkbox"/> Partial achievements					
7	Participation requirements				
Recommended prerequisites: Fundamentals of electrical machines.					
8	Module type and usability of the module				
Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“ Schwerpunkte „Elektrische Energietechnik“ und „Robotik und Automotive“. Elective Class in the Master's degree program Sustainable Energy Systems, <i>Energy Systems Catalogue</i> .					
9	Module Supervisor		Faculty in charge		
	Prof. Dr.-Ing. Martin Pfof		Faculty of Electrical Engineering and Information Technology		

Modul 3-36: Integrierte Photonik					ETIT-293	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	3. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung		LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Integrierte Photonik Vorlesung		08 0148	V	2
	2	Integrierte Photonik Übung		08 0149	Ü	1
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch					
3	Lehrinhalte 1. Grundlagen: Dielektrische Wellenleiter (Planare Wellenleiter, Streifenwellenleiter, Technische Anforderungen, Modellierung über Modenanalyse) 2. Passive Komponenten: Funktionsweise und Modellierung (Beschreibung der Modenkopplung, Modellierung der Wellenausbreitung mit Zeitbereichs- und Frequenzbereichsverfahren, Anwendung als Richtkoppler, Filter, Modulatoren oder zur Dispersionskompensation) 3. Aktive Komponenten: Grundlagen, Funktionsweise und Modellierung (Laser, Verstärker, Photodetektoren, Modellierung über Ratengleichungen) 4. Photonische ICs: Integrationsaspekte, Entwurf (Integration, Systementwurf mit Mixed-Signal-Ansätzen) und Anwendungen in der Sensorik sowie der optischen Übertragungstechnik Literatur März, Reinhard: Integrated Optics: Design and Modeling; Ebeling, Karl-Joachim Ebeling: Integrierte Optoelektronik; Börner, Müller, Schiek, Trommer: Elemente der integrierten Optik					
4	Kompetenzen Die Studierenden werden befähigt, Komponenten und Systeme der integrierten Photonik zu verstehen, zu analysieren und zu bewerten. Mit den vermittelten einheitlichen Formalismen sollen die Studierenden zudem in die Lage versetzt werden, neuartige komplexe Komponenten und Systeme der integrierten Photonik zu entwickeln. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der integrierten Photonik z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Nano- und Quantentechnologie“ Kann nur als Zusatzmodul belegt werden, wenn eine Einschreibung in den Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik vorliegt.					
9	Modulbeauftragte/r apl. Prof. Dr.-Ing. Dirk Schulz			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 2-25: Modellierung und Regelung von Robotern					ETIT-244	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	3. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS	
	1	Modellierung und Regelung von Robotern Vorlesung	08 0125	V	2	
2	Modellierung und Regelung von Robotern Übung	08 0126	Ü	1		
2	Lehrveranstaltungssprache Englisch					
3	Lehrinhalte 1. Räumliche Transformation 2. Direkte und inverse Kinematik 3. Differentielle Kinematik und Inverse Kinematik Algorithmen 4. Dynamik 5. Bewegungsregelung 6. Robotics System Toolbox und Robot Operating System Literatur Siciliano, Sciavicco: Robotics: Modelling, Planning and Control (alternativ: Sciavicco, Siciliano: Modelling and Control of Robot Manipulators) Siciliano, Khatib: Springer Handbook of Robotics					
4	Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls, beherrschen die Studierenden die Grundlagen der Modellierung und Regelung von Robotern. Die Studierenden können Aufgabenstellungen in der Robotik einordnen und selbständig mit eigenständig ausgewählten Methoden lösen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Modellierung und Regelung von Robotern z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Robotik und Automotive“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“ und „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-312 Kann nur als Zusatzmodul belegt werden, wenn eine Einschreibung in den Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik vorliegt.					
9	Modulbeauftragte/r apl. Prof. Dr. rer. nat. Frank Hoffmann			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 3-40: Gassensorik					ETIT-501	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	3. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung		LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Gassensorik Vorlesung		08 0322	V	2
	2	Gassensorik Übung		08 0323	Ü	1
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch/ Englisch					
3	Lehrinhalte					
	1. Einführung in die Gassensorik 2. Physikalische Grundlagen 3. Metalloxid-basierte Gassensoren 4. Elektrochemische Gassensoren 5. Wärmeleitfähigkeitssensoren 6. Optische Gassensoren 7. Komplexe Gasanalysatoren Literatur Wiegleb: Gasmesstechnik in Theorie und Praxis Comini, Faglia, Sberveglieri: Solid State Gas Sensing					
4	Kompetenzen Die Veranstaltung vermittelt vertiefte Kenntnisse in der Gassensorik und ihren vielfältigen Anwendungsgebieten. Die Studierenden sollen die zugrundeliegenden Sensorprinzipien verstehen und einordnen können. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen. Dies umfasst im Bereich der Gassensorik z.B. die Sensibilisierung für gesellschaftlich relevante Themen wie Alter und Technik oder Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben. Die Übungen werden in deutscher und/ oder englischer Sprache durchgeführt. Nähere Informationen dazu werden vom Modulverantwortlichen bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Erforderliche Voraussetzungen/ Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen von Physik und Elektrotechnik					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkte „Computer Engineering“ und „Nano- und Quantentechnologie“. Kann nur als Zusatzmodul belegt werden, wenn eine Einschreibung in den Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik vorliegt.					
9	Modulbeauftragte/r Prof. Stefan Palzer, PhD			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 3-42: Planning and Operation of Distributed Energy Sources					ETIT-503
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium
Jährlich zum WS	1 Semester	3. Semester	5	35 h	115 h
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Planning and Operation of Distributed Energy Sources Vorlesung	08 XXXX	V	2
	2	Planning and Operation of Distributed Energy Sources Übung	08 XXXX	Ü	1
2	Lehrveranstaltungssprache Englisch				
3	Teaching content Electrical energy systems are undergoing a massive transformation towards CO ₂ -neutral technologies for electricity generation. Large-scale power plants are increasingly being replaced by distributed energy conversion plants. This results in new requirements for the operation of distributed resp. decentral supplied electrical energy systems and grids. Within this lecture, different technologies for energy conversion are introduced. In particular, the requirements for system integration, design, grid connection and operation are examined in detail. The lecture is structured into the following topics: <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction to the implementation of distributed energy systems 2. Technologies of distributed energy conversion and storage 3. Grid connection guidelines and protection of distributed energy conversion systems in low and medium voltage grids 4. Power grid influences and control strategies of converter-based energy conversion 5. Design and evaluation of the economic efficiency of distributed energy conversion systems Literature Renewable energy conversion systems - 1st Edition, Muhammad Kamran & Muhammad Fazal, ISBN: 9780128235980				
4	Competencies After successful completion of the module, the students know the process and the effects of the change from a centralised to a decentralised energy supply. They can classify the associated effects and know a selection of (technical control) measures to increase the integration capability of decentralised energy conversion plants in the electrical distribution grids. Furthermore, they are familiar with the different plant technologies for decentralised and regenerative electrical energy conversion. They know the different connection options and their protection concepts according to the common application rules. They are able to plan and operate decentralised energy conversion plants safely, taking into account the economic and technical boundary conditions.				
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 30 Minuten) oder Klausur (max. 90 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.				
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse in den Grundlagen der Energietechnik und der elektrischen Energiesysteme				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Elektrische Energietechnik“, Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Wirtschaftsingenieurwesen“, Vertiefung „Management elektrischer Systeme“ Kann nur als Zusatzmodul belegt werden, wenn eine Einschreibung in den Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik vorliegt.				

9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Christian Rehtanz	Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
----------	---	---

Modul 3-43: Automated Driving					ETIT-504	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Jährlich zum WS	1 Semester	3. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.		Typ	SWS
	1	Automated Driving Vorlesung	08 0215		V	2
2	Automated Driving Übung	08 0216		Ü	1	
2	Lehrveranstaltungssprache Englisch					
3	Lehrinhalte <ol style="list-style-type: none"> 1. Exteroceptive sensors (camera, radar, lidar, ultrasonic, sensor fusion) 2. Conditional, highly, and fully automated driving: <ol style="list-style-type: none"> a. Situation analysis and interaction-aware trajectory prediction b. Trajectory planning and coupled prediction and planning c. Control concepts to follow a planned trajectory 3. Machine learning in automated driving 4. Driver monitoring and hand-over models Literature: Literatur I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville: Deep Learning (MIT Press) D. Forsyth, J. Ponce (Ed.): Computer Vision: A Modern Approach (Prentice Hall) selected papers on automated driving, robotics, and deep learning					
4	Kompetenzen The students acquire a profound knowledge of automated driving systems. They are able to understand and solve tasks on perception, prediction, planning, control, and driver modelling with appropriate methods. By completing the module, students should also be able to recognize and incorporate the challenges of today's and future digital societies and thus assume social responsibility. In the field of automated driving systems, this includes, for example, raising awareness of socially relevant topics such as age and technology or circular economy and sustainability.					
5	Prüfungen <i>Modulprüfung:</i> mündliche Prüfung (max. 40 Minuten) oder Klausur (max. 180 Minuten) * <i>Studienleistungen:</i> keine *Die genauen Prüfungsmodalitäten werden spätestens zur 2. Veranstaltung bekannt gegeben.					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Mechatronik, Mechanik, Vorlesung: Automotive Systems.					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkt „Robotik und Automotive“ Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlene Schwerpunkte „Informationstechnik“ und „Elektrische Energietechnik“, Referenzmodulnummer: MB-Kann nur als Zusatzmodul belegt werden, wenn eine Einschreibung in den Masterstudiengang Elektrotechnik und Informationstechnik vorliegt.					
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Dr. h.c. Torsten Bertram			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 3-44: Energy Economics and Technologies					ETIT-505	
Turnus	Duration	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Annually in WS	1 Semester	3. Semester	5	35 h	115 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung		LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Energy Economics and Technologies Lecture		08 xxxx	V	2
	2	Energy Economics and Technologies Presentations		08 xxxx	Ü	1
2	Lehrveranstaltungssprache Englisch					
3	Lehrinhalte The course focuses on the technologies and economics of energy transitions and the role of public policy in shaping such processes. The content of the course is inherently interdisciplinary, focusing on the technological, economic, social, and environmental challenges related to energy transitions. The students become familiar with the concepts and tools of energy economics and policy analysis. It covers a diverse set of technologies, policy instruments and strategies to support energy transitions and discusses their effectiveness, efficiency and equitability.					
	Literature K. Blok: Introduction to Energy Analysis D. Martinez et. al: Energy Efficiency					
4	Kompetenzen After successfully completing the course, students are familiar with technologies, policy strategies and instruments driving the deployment of sustainable energy solutions. Furthermore, students are able to estimate the economic and social impacts of such policies. By completing the module, students should also be able to recognize and incorporate the challenges of today's and future digital societies and thus assume social responsibility. In the field of energy economics and technologies, this includes, for example, raising awareness of socially relevant topics such as age and technology or circular economy and sustainability.					
5	Exams Module exam: <ul style="list-style-type: none"> • Written exam. 					
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen None					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Studienschwerpunkte „Computer Engineering“, „Elektrische Energietechnik“. Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen, empfohlener Schwerpunkt „Informationstechnik“, Referenzmodulnummer: MB-XXX					
9	Modulbeauftragte/r Prof. Stefan Palzer, PhD Dozentin Dr. Sibylle Braungardt			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Modul 3-47: Simulation and Testing Methods for Modern Power Systems						ETIT-507	
Turnus Jährlich zum WS	Dauer 1 Semester	Studienab- schnitt 2./3. Semester	LP 5	Präsenz- teil 35 h		Eigenstu- dium 115 h	
1	Modulstruktur						
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung			LSF- Nr.	Typ	SW S
	1	Simulation and Testing Methods for Modern Power Systems Lecture				V	2
	2	Simulation and Testing Methods for Modern Power Systems Practical Works				P	1
2	Lehrveranstaltungssprache Englisch						
3	Lehrinhalte 1. Real-time simulation of power systems 2. Hardware-in-the-loop (HIL) simulation and testing 3. Controller hardware-in-the-loop (CHIL) 4. Power hardware-in-the-loop (PHIL) 5. Electrical design of low-voltage laboratory testbeds 6. Praxis-relevant applications of modern testing Literatur N. Watson and J. Arrillaga, <i>Power Systems Electromagnetic Transients Simulation</i> . London: The Institution of Engineering and Technology, 2003. J. A. Martinez-Velasco, <i>Transient Analysis of Power Systems</i> . Wiley-IEEE Press, 2020.						
4	Kompetenzen The aim of the lecture is to deliver comprehensive knowledge on advanced simulation and testing methods for modern power systems, covering both theoretical aspects and practical applications. After completing the lecture, students can independently design and implement complex simulations and hardware testbeds for testing modern components in power systems (Battery Storage Systems, EV-charging stations, power converters, etc.), apply innovative testing methods, and choose appropriate tools and devices for specific requirements. By completing the module, students should also be able to recognize and incorporate the challenges of today's and future digital societies and thus assume social responsibility. In the field of simulation and testing methods for modern power systems, this includes, for example, raising awareness of socially relevant topics such as age and technology or circular economy and sustainability.						
5	Prüfungen <i>Modulprüfung</i> : Oral exam (max. 45 minutes) or written exam (max. 120 minutes) * <i>Studienleistungen</i> : Active participation in practical works (laboratory tasks, presentations, etc.) is also a prerequisite to participate in the examination * The mode of the examination will be announced within two weeks after the start of the lecture.						
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen						
7	Teilnahmevoraussetzungen Basic knowledge in Electrical Energy Engineering and Control Systems						
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Elective Class in the Study Programms “Sustainable Energy Systems”, “Automation and Robotics” as well as „Electrical engineering and Information Technology“, Major field of study „Elektrische Energietechnik“						
9	Modulbeauftragte/r Dr.-Ing. Alfio Spina			Zuständige Fakultät Faculty of Electrical engineering and Information Technology			

Projektarbeit						ETIT-280
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Halbjährlich	1 Semester	3. Semester	6	60 h	120 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung		LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Projektarbeit		je Lehreinheit	P	--
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch oder Englisch					
3	Lehrinhalte Im Rahmen der ersten Projektarbeit wird eine abgegrenzte Problemstellung aus dem Gebiet der Elektrotechnik und Informationstechnik in Einzel- oder Gruppenarbeit (bis zu max. 3 Personen) bearbeitet. Die Arbeit kann theoretischer, experimenteller oder konstruktiver Natur sein und umfasst neben der Bearbeitung der Aufgabenstellung auch die Anfertigung einer schriftlichen Ausarbeitung nach wissenschaftlichen Kriterien.					
4	Kompetenzen Die Studierenden können ein komplexes wissenschaftliches und/ oder anwendungsnahe Problem zu bearbeiten. Sie sind in der Lage, selbständig zu planen, unterschiedliche ingenieurwissenschaftliche Perspektiven einzubeziehen und das Projekt in einer vorgegebenen Frist abzuschließen. Die Studierenden verstehen die methodischen Ansätze und Vorgehensweisen im Kontext des wissenschaftlichen Arbeitens in den Ingenieurwissenschaften und können diese auf unterschiedliche Aspekte der Aufgabenstellung anwenden. Sie können das Ergebnis vor einem Fachpublikum, das aber nicht mit dem speziellen Problem vertraut ist, geeignet präsentieren. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen.					
5	Prüfungen Die Betreuerinnen oder Betreuer der Projektgruppe überprüfen die Leistungen der einzelnen Studierenden.					
6	Prüfungsformen und –leistungen <input type="checkbox"/> Modulprüfung <input checked="" type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Erforderliche Voraussetzung: keine Die fachlichen Voraussetzungen für die Projektarbeit sind themenabhängig und werden bei der Ausschreibung bzw. Abstimmung der Projektarbeit spezifiziert					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul in den Masterstudiengängen „Elektrotechnik und Informationstechnik“ und „Sustainable Energy Systems“ Kann nicht als Zusatzmodul belegt werden.					
9	Modulbeauftragte/r Dekan/-in der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Oberseminar					ETIT-281	
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	LP	Präsenzanteil	Eigenstudium	
Halbjährlich	1 Semester	3. Semester	5	50 h	100 h	
1	Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	LSF-Nr.		Typ	SWS
	1	Wissenschaftliches Arbeiten: Paper lesen			S	2
	2	Oberseminar	je Lehreinheit		S	2
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch oder Englisch					
3	Lehrinhalte Abschnitt 1 1. Recherche und Auswahl 2. Einordnung und Ausarbeitung 3. Inhaltszusammenfassung Lehrinhalte Abschnitt 2 1. Erarbeitung des Inhaltes wissenschaftlicher Arbeiten 2. Darstellung wissenschaftlicher Arbeiten vor einem Fachpublikum 3. Diskussion wissenschaftlicher Thesen und Ergebnisse mit einem Fachpublikum Das Gebiet, aus dem das wissenschaftliche Thema stammt, hängt von dem Themenbereich des Oberseminars ab.					
4	Kompetenzen Die Studierenden können sich in eine wissenschaftliche Publikation einarbeiten und sind in der Lage, die Publikation in den Gesamtzusammenhang des jeweiligen Gebietes einzuordnen. Sie können den Inhalt der Publikation einem Fachpublikum darlegen, Fragen zu dem Inhalt dieser Publikation beantworten und die Folgerungen aus dieser Publikation mit einem Fachpublikum diskutieren. Dazu beherrschen sie die in wissenschaftlichen Vorträgen üblichen Präsentationstechniken. Außerdem können sie sich nach einem wissenschaftlichen Vortrag aus ihrem Fachgebiet an der Diskussion über die Inhalte des Vortrages beteiligen. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen.					
5	Prüfungen Der Abschlussvortrag der oder des Studierenden ist die Modulprüfung. Daneben muss die oder der Studierende als Studienleistungen sich aktiv an mindestens fünf Vorträgen anderer Studierender beteiligen.					
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen					
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Gute wissenschaftliche Kenntnisse in dem jeweiligen Gebiet des Oberseminars.					
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“ Kann nicht als Zusatzmodul belegt werden.					
9	Modulbeauftragte/r Dekan/-in der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

Industriepraktikum				ETIT-282	
Turnus keiner	Dauer 12 Wochen (Block)	Studienabschnitt 3. Semester	LP 14	Aufwand 12 Wochen	
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	Typ	LP	Zeitstunden
	1	Industriepraktikum	P	14	420
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch oder Englisch				
3	Lehrinhalte Das Industriepraktikum findet in folgenden Bereichen statt: <ul style="list-style-type: none"> • Forschung und Entwicklung, • Projektierung, Konstruktion, Fertigung, Montage, Prüfung und Inbetriebnahme, • Betrieb und Wartung, • Demontage, Wiederverwertung und Entsorgung, • Marketing, Vertrieb, betriebliche Organisation, Management und Schulung Bei der Auswahl eines Praktikumsbetriebes sowie der Durchführung des Praktikums wird jede/jeder Studierende durch das Praktikumsamt der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik beratend begleitet. Die Beratung und Betreuung umfasst insbesondere die curriculare Passung des vom Praktikumsbetrieb angebotenen Praktikumsbereichs zum jeweils gewählten Studienschwerpunkt der/des Studierenden. Die fachliche Beurteilung und Bewertung des Industriepraktikums erfolgt für jede/ jeden Studierenden durch eine(n) Hochschullehrer(in) der Fakultät.				
4	Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Industriepraktikums verfügen die Studierenden über Einblicke in die Betriebsabläufe und -organisation in der Industrie sowie in die Sozialstrukturen von Betrieben. Weiterhin kennen sie typische Ingenieuraufgaben in Forschung und Entwicklung und/oder in Fertigung und Betrieb. Schließlich besitzen sie Kenntnisse über praktische Verfahren der industriellen Fertigung und/oder über die Verwendung moderner Technologien in der Informations- und Kommunikationstechnik.				
5	Prüfungen Über das Praktikum ist ein Berichtsheft zu führen. Die Erfolgskontrolle und Leistungsbewertung erfolgt auf der Grundlage der vorgelegten Berichte (Abgabe elektronisch als PDF) und des Praktikumszeugnisses des Betriebes. Die Anforderungen an einen Praktikumsbericht können in der Praktikumsrichtlinie der Fakultät nachgelesen werden.				
6	Prüfungsformen und -leistungen <input type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen				
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Kenntnisse: Kenntnisse zur Durchführung ingenieurnaher Tätigkeiten				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Industriepraktikum in den Masterstudiengängen „Elektrotechnik und Informationstechnik“ und „Sustainable Energy Systems“				
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr.-Ing. Christian Rehtanz		Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik		

4. Semester

Masterarbeit

Es sind insgesamt 30 Leistungspunkten erfolgreich zu erwerben.

Masterarbeit					ETIT-290		
Turnus Halbjährlich	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 4. Semester	LP 30	Präsenzanteil -	Eigenstudium 900 h		
1	Modulstruktur						
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung			LSF-Nr.	Typ	SWS
	1	Masterarbeit			je Lehreinheit	P	-
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch oder Englisch						
3	Lehrinhalte 1. Einarbeitung in das wissenschaftliche Problem der Aufgabenstellung unter Verwendung von Vorgaben 2. Analyse der relevanten wissenschaftlichen Vorarbeiten 3. Erarbeitung von Lösungsansätzen 4. Verifikation und Bewertung der Lösungsansätze 5. Auswahl und Realisierung des besten Ansatzes 6. Wissenschaftliche Beschreibung der Methodik und der Lösung in Schriftform Das wissenschaftliche Thema der Masterarbeit muss dem Studienschwerpunkt der Kandidatin oder des Kandidaten zugeordnet sein. Die Inhalte und Ergebnisse der Masterarbeit sind aufzuarbeiten und vor einem Fachpublikum zu präsentieren. Die Präsentation muss spätestens 6 Wochen nach Abgabe der Arbeit erfolgen.						
4	Kompetenzen Die oder der Studierende ist in der Lage ein eng umrissenes technisch-wissenschaftliches Problem aus ihrem oder seinem Fachgebiet selbstständig mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Sie oder er kann für das Problem relevante Vorarbeiten aus der Fachliteratur bewerten, neue Lösungsansätze entwickeln, diese bewerten und schließlich eine Lösung implementieren. Weiterhin ist sie oder er in der Lage die Ergebnisse schriftlich strukturiert so darzulegen, dass die relevanten Aspekte der Lösung verstanden werden. Die oder der Studierende ist darüber hinaus in der Lage, die Ergebnisse einem Fachpublikum zu präsentieren und schließlich zu diskutieren. Durch das Absolvieren des Moduls sollen die Studierenden darüber hinaus befähigt werden, die Herausforderungen heutiger und zukünftiger digitaler Gesellschaften zu erkennen und einzubeziehen und damit gesellschaftliches Engagement zu übernehmen.						
5	Prüfungen Die Masterarbeit gilt als Modulprüfung.						
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung <input type="checkbox"/> Teilleistungen						
7	Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Voraussetzungen: Gute wissenschaftliche Kenntnisse im jeweiligen Gebiet der Masterarbeit Erforderliche Voraussetzungen: Erwerb von 80 Leistungspunkten im Masterstudiengang.						
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul im Masterstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“						
9	Modulbeauftragte/r Dekan/-in der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Zuständige Fakultät Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			

Versionsinformationen

V 1.0: Vom Fakultätsrat der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik am 03.05.2023 beschlossene Version des Modulhandbuchs

Änderung gegenüber der Version vom 03.05.2023

- Die Module ETIT-207, ETIT-224 und ETIT-503 wurden inhaltlich umfangreich überarbeitet.
- Die Module ETIT-215, ETIT-235, ETIT-292, ETIT-402 und ETIT-409 werden nicht mehr angeboten.
- Die in den Studienzielen verankerte Förderung des gesellschaftlichen Engagements wurde auf Modulebene in die Beschreibungen eingearbeitet.
- Sprachliche Korrekturen und Anpassungen.

Änderung gegenüber der Version vom 10.04.2024

- Aktualisierung Modul-Name und Modul-Inhalte in Modul ETIT-236.
- Aktualisierung Modul-Name und Modul-Inhalte in Modul ETIT-237.
- Folgende Module werden in Englischer Sprache angeboten: ETIT-207, ETIT-220, ETIT-224, ETIT- 283, ETIT-237, ETIT-283, ETIT-351, ETIT-500, ETIT-503.
- Neuaufnahme des Moduls ETIT-412: Diagnose und Zustandsanalyse in der elektrischen Energieversorgung.
- Neuaufnahme des Moduls ETIT-413: Principles of Sustainability.
- Sprachliche Korrekturen und Anpassungen.

Information zu den Wahlpflichtmodulen

Zwei fachlich zusammenhängende Module zu jeweils 3 SWS (entspricht i.d.R. 5 LP) können durch eine gemeinsame Modulprüfung abgeschlossen werden. Hierdurch werden 10 Leistungspunkte erworben. Es existiert dafür eine Vielzahl sinnvoller Kombinationen, die im Einzelfall bei den jeweiligen Professoren erfragt werden können.