

Beschreibung des Studiengangs

# Quantum Technologies in Electrical and Computer Engineering (BPO 2023) Master

Datum: 2023-01-12

## **Pflichtbereich – Grundlagen**

Advanced Quantum Technology for Engineers	4
Introduction to Quantum Information Technology and Quantum Computing	6
Ambits of Electromagnetic Field Theory	8

## **Vertiefung Quantum-Structure Devices**

LED Technology and Optical Sensing	10
Nonlinear Photonics	11
Fundamentals of nano optics	12
Semiconductor Technology	14
Molecular Electronics	15
Nanoelectronics	16
Quantum Structure Devices	17
Measurement electronics with experiments	19
Statistics, Design of Experiments, Optimization	20
Electromagnetic Compatibility with Seminar	22
RF CMOS IC Design	23
Applied Quantum Computing: Basics and Devices	24
Surface Physics and experimental methods	26
Experimental Aspects of Quantum Computing	27
Magnetic Quantum Systems	28

## **Vertiefung Quantum Information Processing and Quantum Computing**

Information Theory	29
Network Information Theory	30
Coding Theory	31
Entanglement as a resource for quantum computation and quantum information	32
Topological quantum computing	33
Software Architecture	34
Approximation Algorithms	36
Online Algorithms	38
Mathematical Foundation of Information Theory	39
Introduction to Quantum Information Theory	41

## **Überfachliche Qualifikation**

Industriefachpraktikum	43
Master-Teamprojekt	45
Professionalisierung	46

**Abschlussmodul**

Abschlussmodul	47
----------------	----

Entwurf

Modulbezeichnung: <b>Advanced Quantum Technology for Engineers</b>				Modulnummer:	
Institution: Halbleitertechnik				Modulabkürzung:	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	56 h	Semester:	1
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	94 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Pflicht			SWS:	4
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Advanced Quantum Technologies for Engineers (2V) Advanced Quantum Technologies for Engineers (1Ü) Advanced Quantum Technologies for Engineers (1S)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): Alle Veranstaltungen müssen belegt werden					
Lehrende: Prof. Dr. rer. nat. Stefanie Kroker Prof. Dr. rer. nat. Andreas Waag					
Qualifikationsziele: The students can apply the concept of the Schrödinger equation and the corresponding formalism of wave mechanics to derive the energy levels and the quantum mechanical states of free particles, the “particle in a box”, the quantum mechanical harmonic oscillator and the hydrogen atom. They can apply the “bra – ket” formalism to describe and analyze the quantum mechanical states of single- and many-particle systems. They can set-up new and interpret given Hamiltonians in the formalism of the “second quantization” and understand the concept of creation and annihilation operators. They understand the concept of entanglement and can use it to describe basic concepts of quantum cryptography and quantum computing. They can apply the basic concepts of quantum statistics to describe bosonic and fermionic many-particle systems including exchange interaction and interpret given quantum statistical distribution functions.					
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantum mechanical wavefunctions and the Schrödinger equation</li> <li>• Bra- and ket vectors, observables and hermitian operators</li> <li>• Free particles, “particle in a box”, harmonic oscillator, hydrogen atom</li> <li>• Second quantization, creation and annihilation operators</li> <li>• Single- and many-particle systems: bosons and fermions, exchange interaction</li> <li>• Fundamentals of macroscopic quantum phenomena (ferromagnetism, superconductivity)</li> <li>• Distributions function in quantum statistical descriptions</li> <li>• Entanglement</li> </ul>					
Lernformen: Vorlesung, Tutorium und Vorträge und Diskussionen im Seminar					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten Studienleistung: ein Referat (§ 9 Absatz 7 APO)					
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester					
Modulverantwortliche(r): <b>Prof. Dr. rer. nat. Andreas Waag</b>					
Sprache: Englisch					
Medienformen:					
Literatur: Cohen-Tannoudji, Diu, Laloe 2020, Quantum Mechanics Vol. 1-3, Wiley VCH Leon van Dommelen: Quantum Mechanics for Engineers (2018), pdf available online					
Erklärender Kommentar:					
Kategorien (Modulgruppen): Pflichtbereich					
Voraussetzungen für dieses Modul:					

Studiengänge:

Quantum Technologies in Electrical and Computer Engineering

Elektrotechnik Master, Vertiefungsrichtung "Photonik und Quantentechnologie"

Entwurf

Modulbezeichnung: <b>Introduction to Quantum Information Technology and Quantum Computing</b>				Modulnummer:	
Institution: Halbleitertechnik				Modulabkürzung:	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	56 h	Semester:	1
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	94 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Pflicht			SWS:	4
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Introduction to Quantum Information Technology and Quantum Computing (2V) Introduction to Quantum Information Technology and Quantum Computing (1Ü) Introduction to Quantum Information Technology and Quantum Computing (1S)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): Alle Veranstaltungen müssen belegt werden					
Lehrende: Prof. Dr. Eduard Jorswieck Prof. Dr. Tobias Voß					
Qualifikationsziele: The students can describe different realizations of qbits and can visualize them using the Bloch sphere or the Q-Sphere, respectively. They can apply basic quantum logic gates to form basic applications of qbits (Bell states and others). They can describe basic and advanced models of quantum information processing, transmission, and computing systems. They know the important quantum effects including teleportation, super-dense coding, and no-cloning theorem and can relate them to the quantum algorithms. From quantum communications, the students know the fundamental results on capacities of quantum-assisted classical, classical-quantum, and pure quantum channels. The students know the current state of the art of multi-user quantum channels and the available rate characterizations. From quantum computing, the students learn about circuits and operations on qubits and the elements of quantum algorithms, such as Shor's algorithm, Grover's algorithm, and quantum random walks. They also understand the corresponding aspects of runtime (lower and upper bounds) and the relation to classical algorithms.					
Inhalte: • QBits: concept and different realizations • Bloch-Sphere and Q-Sphere • Basic quantum logic gates: CNOT, Hadamard, ... • Combinations of quantum logic gates and their applications • Quantum Information and Quantum Communications • Quantum Cryptography and Quantum Key Distribution • Quantum Walks and Search Algorithms • Quantum Simulation • Quantum Error Correction					
Lernformen: Vorlesung, Tutorium und Vorträge und Diskussionen im Seminar					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 45 Minuten Studienleistung: ein Referat (§ 9 Absatz 7 APO)					
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester					
Modulverantwortliche(r): <b>Prof. Dr. Tobias Voß</b>					
Sprache: Englisch					
Medienformen:					
Literatur: 1. Nielsen, Michael A.; Chuang, Isaac L. (2010). Quantum Computation and Quantum Information (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. 2. Cariolaro, Gianfranco. 2015. Quantum Communications. Springer, Cham. 3. Holevo, Alexander S. 2019. Quantum Systems, Channels, Information. De Gruyter. 4. Cohen-Tannoudji, Diu, Laloe 2020, Quantum Mechanics Vol. 1-3, Wiley VCH					
Erklärender Kommentar:					

Kategorien (Modulgruppen): Pflichtbereich
Voraussetzungen für dieses Modul:
Studiengänge: Quantum Technologies in Electrical and Computer Engineering Elektrotechnik Master, Vertiefungsrichtung "Photonik und Quantentechnologie"

Entwurf

Modulbezeichnung: <b>Ambits of Electromagnetic Field Theory (Anwendungsbereiche der elektromagnetischen Feldtheorie)</b>		Modulnummer: <b>ET-IEMV-11</b>	
Institution: <b>Elektromagnetische Verträglichkeit</b>		Modulabkürzung: <b>EWL</b>	
Workload:	<b>150 h</b>	Präsenzzeit:	<b>56 h</b>
Leistungspunkte:	<b>5</b>	Selbststudium:	<b>94 h</b>
Pflichtform:	<b>Pflicht</b>	SWS:	<b>4</b>
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: <b>Anwendungsbereiche der elektromagnetischen Feldtheorie (V) Anwendungsbereiche der elektromagnetischen Feldtheorie (Ü)</b>			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: <b>Prof. Dr. rer. nat. Achim Enders</b>			
Qualifikationsziele: (D) Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden befähigt, die Struktur der Maxwell-Gleichungen in differentieller Formulierung zu erklären, hieraus die vieldynamische Feldlösung des Hertzischen Dipols abzuleiten und je nach Anwendungsfall, idealisierende Näherungslösungen zu begründen. Hiermit können sie grundlegende elektrotechnische Anordnungen mit feldtheoretischen Mitteln analysieren und auf die wesentlichen Details abstrahieren. Sie können geeignete Lösungsmethoden zum Beispiel für energetische Probleme, Poynting-Theorem und zeitlich und räumlich veränderliche Felder auswählen und anwenden. (E) The students can explain the structure of the Maxwell equations in differential form, herefrom derive the fully dynamic field solution of the Hertzian dipole and, depending on the special case, give reasons for idealized approximate solutions. By this they can analyze fundamental electrotechnical configurations and abstract to the essential details. They can choose and apply appropriate solution methods for example for energetic problems, Poynting theorem and temporal and spatial variable fields.			
Inhalte: (D) Energetische Betrachtungen, Poynting-Theorem, Ersatzschaltbild Potentiale für den dynamischen Fall, Hertzischer Dipol und Abstrahlung, Näherungen bei den Feldbeschreibungen Analytische Berechnungsmethoden und Beispiele, numerische Feldberechnung (E) Energetic considerations, Poynting theorem, equivalent circuit Potentials in the dynamic case, Hertzian dipole and radiation, approximations for the field descriptions Analytical calculation methods and examples, numerical field calculation			
Lernformen: <b>Vorlesung, Übung</b>			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: <b>Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</b>			
Turnus (Beginn): <b>jährlich Sommersemester</b>			
Modulverantwortliche(r): <b>Achim Enders</b>			
Sprache: <b>Englisch</b>			
Medienformen: ---			
Literatur: ---			
Erklärender Kommentar: ---			
Kategorien (Modulgruppen): <b>Pflichtbereich</b>			
Voraussetzungen für dieses Modul:			

Studiengänge:

Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2020) (Master), Elektromobilität (PO 2020) (Master), Elektrotechnik (BPO 2020) (Master)

Kommentar für Zuordnung:

---

Entwurf

Modulbezeichnung: <b>LED Technology and Optical Sensing (LED-Technologie und optische Sensorik)</b>				Modulnummer: <b>ET-IHT-55</b>	
Institution: <b>Halbleitertechnik</b>				Modulabkürzung:	
Workload:	<b>150 h</b>	Präsenzzeit:	<b>42 h</b>	Semester:	<b>1</b>
Leistungspunkte:	<b>5</b>	Selbststudium:	<b>108 h</b>	Anzahl Semester:	<b>1</b>
Pflichtform:	<b>Wahlpflicht</b>			SWS:	<b>3</b>
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: <b>LED-Technologie und optische Sensorik (V) LED-Technologie und optische Sensorik (Ü)</b>					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: <b>Prof. Dr. rer. nat. habil. Andreas Waag</b>					
Qualifikationsziele: Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden einen Überblick über den aktuellen Stand der LED-Technologie sowie die Entwicklungsmöglichkeiten, die Solid State Lighting in Zukunft bietet. Darüberhinaus wird ein Grundverständnis der physikalischen Prozesse innerhalb von LEDs hergestellt.					
Inhalte: Die Veranstaltung baut auf "Lichttechnik I" auf. Während in Lichttechnik I allgemeine Fragen der Beleuchtung und der Lichttechnik im Vordergrund stehen, wird hier LED- und insbesondere Galliumnitrid-Technologie besprochen:  Physikalische Grundlagen von LEDs. Band Gap Engineering in LEDs. Halbleitermaterialien für die Optoelektronik Zusammenhang zwischen Materialeigenschaften und LED-Eigenschaften Herstellungsverfahren Effizienz-Überlegungen Front-End und Back-End Prozessierung Anwendungsbeispiele in der Allgemeinbeleuchtung, Automobiltechnik, Sensorik Infrarot-LEDs, Visible Light, UV-LEDs					
Lernformen: <b>Vorlesung, Übung</b>					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: <b>Prüfungsleistung: Klausur 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</b>					
Turnus (Beginn): <b>jährlich Wintersemester</b>					
Modulverantwortliche(r): <b>Andreas Waag</b>					
Sprache: <b>Englisch</b>					
Medienformen: ---					
Literatur: ---					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): <b>Vertiefung Autonome intelligente Systeme Vertiefung Photonik und Quantentechnologien Vertiefung Metrologie und Messtechnik</b>					
Voraussetzungen für dieses Modul:					
Studiengänge: <b>Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2020) (Master), Elektromobilität (PO 2020) (Master), Elektrotechnik (BPO 2020) (Master),</b>					
Kommentar für Zuordnung: <b>Metrologie und Messtechnik: Wahlpflichtfach Photonik und Quantenelektronik: Wahlpflichtfach Autonome intelligente Systeme: Wahlfach</b>					

Modulbezeichnung: <b>Nonlinear Photonics</b>		Modulnummer: <b>ET-IHF-47</b>	
Institution: <b>Hochfrequenztechnik</b>		Modulabkürzung:	
Workload:	<b>150 h</b>	Präsenzzeit:	<b>56 h</b>
Leistungspunkte:	<b>5</b>	Selbststudium:	<b>94 h</b>
Pflichtform:	<b>Wahlpflicht</b>	SWS:	<b>4</b>
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: <b>Nonlinear Photonics (V) Nonlinear Photonics (Ü)</b>			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: <b>Prof. Dr. Thomas Schneider</b>			
Qualifikationsziele: (D) Nach Abschluss des Moduls kennen die Studierenden die wesentlichen Grundlagen der nichtlinearen Photonik und können diese für die Beurteilung und den Entwurf optischer Systeme und optischer Datenübertragungstrecken anwenden.  (E) After a successful participation, the students know the main basics of nonlinear photonics and will be able to use them for the evaluation of optical systems and optical data transmission systems.			
Inhalte: (D) -Überblick über lineare optische Effekte -Nichtlineare Effekte 2. Ordnung -Nichtlineare Effekte 3. Ordnung -Nichtlineare Streueffekte -Optische Telekommunikation -Nichtlineare Fasereffekte -Unterdrückung nichtlinearer Effekte -Anwendungen nichtlinearer Effekte  (E) -Basics of linear optics -2nd order nonlinear optical effects -3rd order nonlinear optical effects -Nonlinear scattering -Optical telecommunications -Nonlinear effects in optical fibers -Suppression of nonlinear effects -Applications of nonlinear effects			
Lernformen: <b>Vorlesung, Übung</b>			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (D) Prüfungsleistung: Schriftliche Prüfung (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)  (E) Examination element: Written exam, 90 minutes or oral examination 30 minutes			
Turnus (Beginn): <b>jährlich Wintersemester</b>			
Modulverantwortliche(r): <b>Thomas Schneider</b>			
Sprache: <b>Englisch</b>			
Medienformen: ---			
Literatur: <b>T. Schneider Nonlinear Optics in Telecommunications Springer Verlag</b>			
Erklärender Kommentar: ---			

Modulbezeichnung: <b>Fundamentals of nano optics (Grundlagen der Nanooptik)</b>				Modulnummer: <b>PHY-AP-43</b>	
Institution: Halbleitertechnik				Modulabkürzung:	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Grundlagen der Nanooptik (V) Grundlagen der Nanooptik (Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: Prof. Dr. Stefanie Kroker					
<p>Qualifikationsziele:</p> <p>(D)Die Teilnehmenden können grundlegende Phänomene der Lichtpropagation (Reflexion, Streuung, Absorption, Transmission) an Grenzflächen und in homogenen Medien qualitativ und quantitativ beschreiben. Die Teilnehmenden können wichtige Grundelemente der Nanooptik, wie z.B. Wellenleiter, optische Gitter, Photonische Kristalle oder Metamaterialien, benennen, qualitativ ihre Eigenschaften diskutieren und Anwendungsgebiete nennen. Die Teilnehmenden sind in der Lage, in komplexen optischen Systemen die Grundelemente zu identifizieren und Ihre jeweilige Funktion zu beschreiben. Die Teilnehmenden können wichtige Prozesse der Mikro- und Nanostrukturierung benennen und ihre Funktionsweise erläutern. Die Teilnehmenden können die Wellengleichung in einfachen dielektrischen, metallischen und hybriden nanooptischen Systemen analytisch und semianalytisch lösen und die Lösungen interpretieren. Die Teilnehmenden können optische Resonanzphänomene in nanooptischen Systemen klassifizieren und ihre wesentlichen Eigenschaften benennen.</p> <p>(E)The participants can describe basic phenomena of light propagation (reflection, scattering, absorption, transmission) at interfaces and in homogeneous media qualitatively and quantitatively. Participants can name important basic elements of nanooptics, such as waveguides, optical gratings, photonic crystals or metamaterials, discuss their properties qualitatively and name fields of application. Participants are able to identify the basic elements in complex optical systems and describe their respective functions. The participants can name important processes of micro- and nanostructuring and explain how they work. The participants can solve the wave equation in simple dielectric, metallic and hybrid nanooptical systems analytically and semi-analytically and interpret the solutions. Participants can classify optical resonance phenomena in nanooptical systems and name their essential properties.</p>					
<p>Inhalte:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundkonzepte (Photonische Kristalle, Plasmonik)</li> <li>2. Herstellung und Charakterisierung (Metrologie) von Nanostrukturen</li> <li>3. Photonische Nanomaterialien / Metamaterialien / Metaoberflächen</li> <li>4. Optische Nanoemitter und Nanoantennen</li> <li>5. Aktive photonische Elemente</li> </ol>					
Lernformen: Vorlesung, Übung					
<p>Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Prüfungsleistung: schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p>					
Turnus (Beginn): jährlich Sommersemester					
Modulverantwortliche(r): <b>Prof. Dr. Stefanie Kroker</b>					
Sprache: Englisch					
Medienformen: ---					
<p>Literatur:</p> <p>Novotny, Hecht: Principles of nano-optics, Cambridge University Press 2016 Prasad: Nanophotonics, John Wiley &amp; Sons 2004 Jahns, Helfert: Introduction to Micro- and Nanooptics, Wiley VCH 2012</p>					

Erklärender Kommentar: ---
Kategorien (Modulgruppen):
Voraussetzungen für dieses Modul:
Studiengänge:
Kommentar für Zuordnung:

Entwurf

Modulbezeichnung: <b>Semiconductor Technology (2013)</b> <b>(Halbleitertechnologie (2013))</b>				Modulnummer: <b>ET-IHT-42</b>	
Institution: <b>Halbleitertechnik</b>				Modulabkürzung:	
Workload:	<b>150 h</b>	Präsenzzeit:	<b>42 h</b>	Semester:	<b>1</b>
Leistungspunkte:	<b>5</b>	Selbststudium:	<b>108 h</b>	Anzahl Semester:	<b>1</b>
Pflichtform:	<b>Wahl</b>			SWS:	<b>3</b>
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: <b>Halbleitertechnologie (V)</b> <b>Halbleitertechnologie (Ü)</b>					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: <b>apl. Prof. Dr. Andrey Bakin</b>					
Qualifikationsziele: Die Studierenden sind nach Abschluss dieses Moduls mit den grundlegenden Herstellungstechnologien von Halbleitern und daraus gefertigten Bauelementen und integrierten Schaltungen vertraut. Mit diesen erlernten Grundlagen sind sie in der Lage die Prinzipien modernster Herstellungsverfahren der Halbleitertechnik zu erkennen und ihre Wirkungsweisen zu verstehen. Darüber hinaus können sie Trends in den Entwicklungen analysieren und extrapolieren.					
Inhalte: -physikalische und chemische Grundlagen -Herstellung von Si- und GaAs-Einkristallen -epitaktische Kristallzuchtverfahren und Kristalldefekte -organische Halbleiter -Dotierverfahren -Metall-Halbleiter-Kontakte -Halbleitermesstechnik -Grundlagen zur Photolithographie, Abscheideverfahren für Dielektrika und Ätzverfahren					
Lernformen: <b>Vorlesung und Übung</b>					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: <b>Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten</b>					
Turnus (Beginn): <b>jedes Semester</b>					
Modulverantwortliche(r): <b>apl. Prof. Dr. Andrey Bakin</b>					
Sprache: <b>Englisch</b>					
Medienformen: ---					
Literatur: <b>Ausführliches Skript auf Englisch</b> <b>Vorlesungsfolien</b> Waldemar von Münch: Einführung in die Halbleitertechnologie; Teubner(Stuttgart, 1998) ISBN: 3-519-06167-8 Ingolf Ruge, Hermann Mader: Halbleiter-Technologie Springer (Berlin, 1991) ISBN: 3-540-53873-9 Werner Prost: Technologie der III/V-Halbleiter, Springer (Berlin, 1997) ISBN. 3-540-62804-5 Ulrich Hilleringmann: Silizium-Halbleitertechnologie, Teubner (Stuttgart, 2004) ISBN: 3-519-30149-0 Hergo-Heinrich Wehmann: Fehlangepasste Epitaxie von III/V-Halbleitern, Shaker (Aachen, 2000) ISBN: 3-8265-8058-3					
Erklärender Kommentar: <b>wahlweise auf Deutsch oder Englisch</b>					
Kategorien (Modulgruppen): <b>Vertiefung Informationstechnische Systeme</b> <b>Vertiefung Photonik und Quantentechnologien</b>					
Voraussetzungen für dieses Modul:					

Modulbezeichnung: <b>Molecular Electronics (Molekulare Elektronik)</b>				Modulnummer: <b>ET-IHT-60</b>	
Institution: <b>Halbleitertechnik</b>				Modulabkürzung:	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahl			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: <b>Molekulare Elektronik (V) Molekulare Elektronik (Ü)</b>					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: <b>Prof. Dr. rer. nat. Tobias Voß</b>					
Qualifikationsziele: Die Studierenden sind mit den Grundlagen der organischen Chemie vertraut. Sie können den Aufbau von Molekülorbitalen erläutern und die unterschiedlichen Hybridisierungen von Kohlenstoff im Rahmen der LCAO beschreiben. Sie analysieren den Elektronentransfer zwischen unterschiedlichen Molekülen im Rahmen der Marcus-Theorie und können die wesentlichen Aspekte der elektronischen Tunnelprozesse beschreiben. Sie sind in der Lage, sich selbstständig den Inhalt aktueller Forschungspublikationen zu erarbeiten und diese in kurzen Präsentationen vorzustellen. Sie können den Aufbau leitfähiger Polymere, ihre Dotierung und den elektronischen Transport beschreiben. Sie analysieren die optoelektronischen Eigenschaften von Polymeren und organischen Farbstoffen und können die relevanten elektronischen Anregungen und Prozesse klassifizieren und erläutern.					
Inhalte: -Einführung in die molekulare Elektronik -Grundlegende Komponenten (Molekülorbitale, konjugierte Systeme) -Charakterisierungsmethoden -Transportmechanismen -Leitfähige Polymere -optoelektronische Anwendungen molekularer Systeme					
Lernformen: <b>Vorlesung und Übung mit Vortrag/Projektarbeit</b>					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: <b>Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten Studienleistung: Präsentation</b>					
Turnus (Beginn): <b>jährlich Sommersemester</b>					
Modulverantwortliche(r): <b>Tobias Voß</b>					
Sprache: <b>Englisch</b>					
Medienformen: ---					
Literatur: <b>Introduction to Nanoscience, S.M. Lindsay, Oxford Polymer Electronics, M. Geoghegan, G. Hadziioannou, Oxford</b>					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): <b>Vertiefung Photonik und Quantentechnologien</b>					
Voraussetzungen für dieses Modul:					
Studiengänge: <b>Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2020) (Master), Nachhaltige Energiesysteme und Elektromobilität (Bachelor), Maschinenbau (PO 2022) (Master), Elektrotechnik (BPO 2020) (Master), Elektrotechnik (BPO 2020) (Bachelor),</b>					
Kommentar für Zuordnung: ---					

Modulbezeichnung: <b>Nanoelectronics (Nanoelektronik)</b>		Modulnummer: <b>ET-EMG-20</b>	
Institution: <b>Elektrische Messtechnik und Grundlagen der Elektrotechnik</b>		Modulabkürzung: <b>NE</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	56 h
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	94 h
Pflichtform:	Wahl	SWS:	4
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Nanoelektronik (V) Nanoelektronik (Ü)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: Prof.Dr.rer.nat. Meinhard Schilling apl. Prof. Dr.rer.nat. Frank Ludwig Dr. rer. nat. Michael Martens			
Qualifikationsziele: Nach Abschluss des Moduls "Nanoelektronik" verfügen die Studierenden über eine Übersicht über die Grundlagen der Quantenmechanik und ihre Anwendung auf metallische, magnetische und supraleitende Bauelemente mit Nanometerdimensionen.			
Inhalte: Quantenmechanik Wellenfunktion, Potentiale, Wechselwirkung Magnetismus Supraleitung Herstellungsverfahren Josephson-Kontakte SET-Bauelemente Datenspeicher THz-Transistoren Quantum-Computing			
Lernformen: Vorlesung mit Übungen			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: mündliche Prüfung 30 Minuten (schriftliche Klausur 120 Minuten nur bei sehr großen Teilnehmerzahlen)			
Turnus (Beginn): jährlich Sommersemester			
Modulverantwortliche(r): <b>Meinhard Schilling</b>			
Sprache: Englisch			
Medienformen: E-Learning, Vorlesungsskript, Folienskript			
Literatur: Zur Vorlesung wird eine Multimedia-CD-ROM mit Skript und Übungen angeboten -R. Waser, Nanoelectronics and Information Technology, Wiley-VCH, 2003, ISBN 978-3527403639 -M. Köhler, Nanotechnologie, Wiley-VCH, 2007, ISBN 978-3527318711 -Jasprit Singh, Modern Physics for Engineers, Wiley, 1999, ISBN 978-0471330448 -N. Ashcroft, N. Mermin, Solid State Physics, Cengage Learning Services, 1976, ISBN 978-0030839931 -S. Flügge, Rechenmethoden der Quantentheorie, Springer Verlag 1993, ISBN 978-3540567769 -W. Nolting, Quantenmechanik, Band 5 aus Grundkurs: Theoretische Physik, Springer-Verlag, 2007, ISBN 978-3540688686			
Erklärender Kommentar: ---			
Kategorien (Modulgruppen): Vertiefung Photonik und Quantentechnologien Vertiefung Metrologie und Messtechnik			
Voraussetzungen für dieses Modul:			

Modulbezeichnung: <b>Quantum Structure Devices (2013)</b> <b>(Quantenstruktur-Bauelemente (2013))</b>		Modulnummer: <b>ET-IHF-31</b>	
Institution: <b>Hochfrequenztechnik</b>		Modulabkürzung:	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h
Pflichtform:	Wahl	SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: <b>Quantenstruktur-Bauelemente (V)</b> <b>Quantenstruktur-Bauelemente (Ü)</b>			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: <b>Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kowalsky</b>			
Qualifikationsziele: Nach Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden ein vertieftes Verständnis quantenmechanischer Phänomene in Halbleiter-Bauelementen. Sie besitzen die Befähigung, Halbleiter-Quantenstrukturen zu entwerfen und zu dimensionieren.			
Inhalte: -Schrödinger-Wellengleichung -Potentialtöpfe -Halbleiter-Materialsysteme für Quantenstruktur-Bauelemente -Quantenfilmstrukturen, das zweidimensionale Elektronengas -Elektronische Quantenfilm-Bauelemente -Emission und Absorption (Einstein-Beziehungen, Fermis Goldene Regel, Elektron-Photon-Wechselwirkung) -Exzitonen -Photonische Quantenfilm-Bauelemente -Quantendraht und Quantenbox, das ein- und nulldimensionale Elektronengas -Halbleiterbauelemente auf der Basis ein- und nulldimensionaler Ladungsträgersysteme -Tunneleffekt, Tunnelioden, Resonante Tunneliode			
Lernformen: Vorlesung und Übung			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten			
Turnus (Beginn): jährlich Sommersemester			
Modulverantwortliche(r): <b>Wolfgang Kowalsky</b>			
Sprache: Englisch			
Medienformen: Skript			
Literatur: Schiff, Quantum Mechanics, McGraw Hill, ISBN 0070552878			
Erklärender Kommentar: ---			
Kategorien (Modulgruppen): Vertiefung Photonik und Quantentechnologien			
Voraussetzungen für dieses Modul:			
Studiengänge: Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (MPO 2013) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (BPO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2018) (Master), Elektrotechnik (BPO 2020) (Master), Elektrotechnik (MPO 2013) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (PO 2014) (Master), Elektrotechnik (BPO 2018) (Master), Maschinenbau (PO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2020) (Master), Maschinenbau (PO 2014) (Master),			

Kommentar für Zuordnung:

---

Entwurf

Modulbezeichnung: <b>Measurement electronics with experiments (Messelektronik mit Praxis)</b>				Modulnummer: <b>ET-EMG-33</b>	
Institution: Elektrische Messtechnik und Grundlagen der Elektrotechnik				Modulabkürzung: <b>MEL-B</b>	
Workload:	240 h	Präsenzzeit:	84 h	Semester:	1
Leistungspunkte:	8	Selbststudium:	156 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahl			SWS:	6
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Messelektronik (V) Messelektronik (Ü) Messtechnisches Praktikum Elektronik (P)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: Prof.Dr.rer.nat. Meinhard Schilling					
Qualifikationsziele: Nach Abschluss des Moduls "Messelektronik mit Praxis" verfügen die Studierenden über eine Übersicht über die Schaltungstechnik und Messverfahren der Messelektronik. Die erworbenen praktischen Kenntnisse ermöglichen den schaltungstechnischen Aufbau für messtechnische Anwendungen. Vertiefte praktische Erfahrungen mit Messverfahren, die in der Vorlesung Messelektronik behandelt werden, werden im Labor vermittelt.  Gemäß didaktischem Konzept der Veranstaltung und Ausgestaltung der einzelnen Bestandteile werden überfachliche Qualifikationen vermittelt bzw. eingeübt. Im Rahmen von Ausarbeitungen, Kolloquien und Abschlusspräsentationen sind dies wissenschaftliches Schreiben u. Dokumentation, Gesprächsführung und Präsentationstechniken sowie die Teamarbeit im Labor oder Projekt.					
Inhalte: -Messverstärker mit Transistoren und OPV -Elektronische Schalter -Quellenschaltungen -Messumformer -Analoge Filterschaltungen -Behandlung von Störsignalen und Rauschen -Korrelationsanalyse -Messumsetzer (A/D und D/A) -Messgerätebusse -Zeitmessung -Oszilloskope und Triggerschaltungen und Durchführung von Versuchen aus den Bereichen Elektronisch steuerbare Schalter Referenzquellen für Spannungen und Ströme Messverstärker Analog-Digital-/Digital-Analog-Umsetzer Zeit- und Frequenzmessung Oszilloskop Korrelator					
Lernformen: Vorlesung mit Übungen und Labor					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten (schriftliche Klausur 120 Minuten nur bei sehr großen Teilnehmerzahlen) Studienleistung: Erfolgreiche Teilnahme am Laborpraktikum					
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester					
Modulverantwortliche(r): <b>Meinhard Schilling</b>					
Sprache: Englisch					
Medienformen: E-Learning, Vorlesungsskript, Folienskript					

Modulbezeichnung: <b>Statistics, Design of Experiments, Optimization (Statistik, Statistische Versuchsplanung, Optimierung)</b>		Modulnummer: <b>ET-IHF-48</b>	
Institution: Hochfrequenztechnik		Modulabkürzung:	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	54 h
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	96 h
Pflichtform:	Wahl	SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Statistik, Statistische Versuchsplanung, Optimierung (V) Statistik, Statistische Versuchsplanung, Optimierung (klÜ)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kowalsky			
Qualifikationsziele: (DE) Übergreifendes Qualifikationsziel der Veranstaltung ist die Vermittlung statistischer Grundlagen für die bewertende und vergleichende Analyse von Versuchsdaten (Teil Statistik), der optimalen Planung von Versuchsreihen (Teil Statistische Versuchsplanung) und der Optimierung von Systemen (Teil Optimierung). Die Teilnehmer werden hierbei die Verwendung der statistischen Strandartsoftware R sowie in simulierten Szenarien die Optimierung von multidimensionalen Systemen und die Abfassung zugehöriger Berichte in einem industrie-üblichen Format erlernen. Nach Besuch der Veranstaltung (Teil Statistik) sind die Absolventen in der Lage, Versuchsdaten nach anerkannten statistischen Verfahren auf Signifikanz zu prüfen (Ausreißertest, Vertrauensintervalle für Einzelwerte und Differenzen, Stichprobenumfang). Der Veranstaltungsteil Statistische Versuchsplanung versetzt die Absolventen in die Lage, Versuchsreihen mit maximaler Effizienz bezüglich Umfang und Aussagekraft der ermittelten Kenngrößen zu planen und auszuwerten (Ermittlung und Berücksichtigung von Prozessvarianzen, Signifikanzbetrachtungen der ermittelten Kenngrößen). Die Teilnehmer beherrschen zudem das Least-Squares-Verfahren zur Analyse und Modellbildung. Anhand des Veranstaltungsteils Optimierung erlernen die Teilnehmer schließlich die Optimierung multidimensionaler Systeme unter Berücksichtigung einfacher und zusammengesetzter Zielgrößen. (EN) Overarching target is to familiarize participants with statistical principles of data analysis, comparison of and inference from experimental data (part I - Statistics), the optimal design of experiments (part II - Design of Experiments), and system optimization (part III - Optimization). Participants will learn to use the state-of-the-art statistical software R and apply the content of the lecture to optimize multi-parameter problems typically encountered in an industrial setting. After attending the course participants will be able to analyze experimental data according to established statistical procedures (test for outliers, confidence intervals for a single response and differences between observations of pairs of responses, evaluation and planning of sample sizes). Part II Design of Experiments enables the participants to plan experiments for maximal efficiency and analyze the reliability of the parameters extracted from the data (determination and understanding of the relevance of process variances, confidence intervals and significance of extracted process parameters). Participants furthermore will be skilled in using least-squares methods applied to data analysis and model building. During part III Optimization participants will learn to optimize multidimensional systems which include interaction between the controlling factors and multiple, possibly conflicting targets.			
Inhalte: (DE) Beschreibende und vergleichende Statistik, Signifikanzprüfung, Ausreißertests, Anwendung wichtiger Verteilungsfunktionen (Normalverteilung, Studentsche t-Verteilung, F-Verteilung). Grundlagen der statistischen Versuchsplanung incl. Versuchsdesign und Auswertung, Prüfung der statistischen Relevanz der überprüften Einflussgrößen. Einführung in die Matrix-Version der Least Squares-Methoden. Systemoptimierung in Hinblick auf einfache, zusammengesetzte und multiple Zielgrößen. Für alle Teilmodule: Verwendung der Programmiersprache R auf Basis der integrierten, für akademische Zwecke frei verfügbaren Entwicklungsumgebung R-Studio. (EN) Descriptive and comparative statistics, significance tests, outlier tests, application of important probability distributions (normal distribution, Students t-distribution, F distribution). Fundamentals of design of experiments and analysis, statistical analysis of obtained factors and models. Introduction to the matrix version of least squares. System optimization with respect to simple and multiple targets. For all modules (I III): use of free (for academic purposes) state-of-the-art statistical software R and associated integrated programming environment RStudio.			
Lernformen: Vorlesung, kleine Übung			

Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: <b>Prüfungsleistung: Hausarbeit</b>
Turnus (Beginn): <b>jährlich Sommersemester</b>
Modulverantwortliche(r): <b>Wolfgang Kowalsky</b>
Sprache: <b>Englisch</b>
Medienformen: ---
Literatur: (DE) -Hinweis: auch ältere Ausgaben der folgenden Bücher sind ohne Einschränkung für das vorbereitende oder begleitende Selbststudium zu gebrauchen: -Box, Hunter, Hunter, Statistics for Experimenters: Design, Innovation, and Discovery (Wiley Series in Probability and Statistics) -Myers, Montgomery, Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments (Wiley Series in Probability and Statistics) -Montgomery, Design and Analysis of Experiments (Wiley)  (EN) -Note, even former editions of the following monographs are well suited for preparation, studies besides, and after the lecture: -Box, Hunter, Hunter, Statistics for Experimenters: Design, Innovation, and Discovery (Wiley Series in Probability and Statistics) -Myers, Montgomery, Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments (Wiley Series in Probability and Statistics) -Montgomery, Design and Analysis of Experiments (Wiley) - -As introduction to R the following free source is recommended as introduction: - <a href="https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/R-intro.pdf">https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/R-intro.pdf</a>
Erklärender Kommentar: ---

Modulbezeichnung: <b>Electromagnetic Compatibility with Seminar (Elektromagnetische Verträglichkeit mit Seminar)</b>				Modulnummer: <b>ET-IEMV-13</b>	
Institution: Elektromagnetische Verträglichkeit				Modulabkürzung:	
Workload:	180 h	Präsenzzeit:	70 h	Semester:	1
Leistungspunkte:	6	Selbststudium:	110 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahl			SWS:	5
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Elektromagnetische Verträglichkeit (V) Elektromagnetische Verträglichkeit (Ü) Studienseminar EMV (S)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): Die Wahl dieses Moduls schließt die Wahl des Moduls "Elektromagnetische Verträglichkeit" (ohne Studienseminar EMV) aus und umgekehrt.  Das Studienseminar kann auch im Sommersemester nach der EMV-Vorlesung absolviert werden, dann ist dieses Modul zweisemestrig.					
Lehrende: Prof. Dr. rer. nat. Achim Enders					
Qualifikationsziele: Die Studierenden sind in der Lage gegenseitige Stör- und Beeinflussungsszenarien bei existierenden elektrotechnischen und elektronischen Systemen und Komponenten mit Hilfe von Störaussendungspegeln und Empfindlichkeiten zu analysieren. Die Studierenden sind in der Lage geeignete Schutz- und Abhilfemaßnahmen zu wählen. Die Studierenden sind in der Lage bei Planung und Design von Anlagen und Systemen EMV-Aspekte frühzeitig vorauszusagen, sowie sich für kostengünstige Lösungen zu entscheiden. Die Studierenden sind in der Lage die Zuständigkeiten für die EMV-Produktsicherheit anhand der Normenlage zu beschreiben. Die Studierenden sind in der Lage die EMV-Produktsicherheit anhand von Ausfallmechanismen zu bewerten. Die Studierenden können aktuelle Themen der EMV selbständig recherchieren, strukturieren und einem Auditorium vorstellen.					
Inhalte: -Begriffe und Definitionen der EMV -Störquellen und Störgrößen, Störfestigkeit von Störsenken -Kopplungsmechanismen: galvanische, kapazitive, induktive Kopplung, Wellen- und Strahlungsbeeinflussung -Herstellung der EMV durch Maßnahmen an der Störquelle, an den Kopplungsstrecken und an der Störsenke; Schirmung, Überspannungs- und Überstromschutz -Gesetzliche Grundlagen, Produkthaftung, Normung -EMV-Prüftechnik -Elektromagnetische Verträglichkeit biologischer Systeme -Aktuelle Themen der EMV vorgestellt in Seminarvorträgen					
Lernformen: Vorlesung und Übung					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Prüfungsleistung: 60 Min. Klausur oder mündliche Prüfung, Vortrag eines Seminarthemas					
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester					
Modulverantwortliche(r): <b>Achim Enders</b>					
Sprache: Englisch					
Medienformen: ---					
Literatur: -ständig aktualisiertes Folien-Handout -Joachim Franz, EMV - Störungssicherer Aufbau elektronischer Schaltungen, Teubner, 2002, ISBN 3-519-00397-X -Clayton R. Paul, Introduction to Electromagnetic Compatibility, Wiley, 2006, ISBN 0-471-75500-1 -Kenneth L. Kaiser, Electromagnetic Compatibility Handbook, CRC Press, 2005, ISBN 0-8493-2087-9					
Erklärender Kommentar: ---					

Modulbezeichnung: <b>RF CMOS IC Design (Analoge Integrierte Schaltungen mit Simulationspraktikum)</b>				Modulnummer: <b>ET-BST-14</b>	
Institution: CMOS Design				Modulabkürzung: <b>AISS</b>	
Workload:	240 h	Präsenzzeit:	84 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	8	Selbststudium:	156 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahl			SWS:	6
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: <b>Analoge integrierte Schaltungen (2013) (Ü)</b> <b>Analoge integrierte Schaltungen (2013) (V)</b> <b>Analoge integrierte Schaltungen (2013) (P)</b>					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): <b>Voraussetzung für dieses Modul:</b> <b>Schaltungstechnik (ST)</b>					
Lehrende: <b>Prof. Dr.-Ing. Vadim Issakov</b>					
Qualifikationsziele: Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden Kenntnisse über analoge Empfangs- und Senderschaltungen in CMOS-Technologie erworben und besitzen ein fortgeschrittenes Verständnis des Entwurfs und der Funktion moderner analoger integrierter Schaltungen für Mobilfunkanwendungen (z. B. Hochfrequenzverstärkerschaltungen, Simulation des elektronischen Rauschens). Sie besitzen grundlegende Kenntnisse in der Anwendung des Entwurfswerkzeugs Spectre-RF, das in der Industrie für das Design analoger integrierter Schaltungen weit verbreitet ist. Gemäß didaktischem Konzept der Veranstaltung und Ausgestaltung der einzelnen Bestandteile werden überfachliche Qualifikationen vermittelt bzw. eingeübt. Im Rahmen von Ausarbeitungen, Kolloquien und Abschlusspräsentationen sind dies wissenschaftliches Schreiben u. Dokumentation, Gesprächsführung und Präsentationstechniken sowie die Teamarbeit im Labor oder Projekt.					
Inhalte: Alle modernen Mobilfunkapplikationen (z. B. GSM, WLAN, GPS, Bluetooth, DECT etc.) benutzen analoge Empfangs- und Senderschaltungen, die aus wenigen elementaren Schaltungsblöcken zusammengesetzt sind. Diese werden aus Kostengründen zunehmend in der kostengünstigen CMOS-Technologie integriert, wodurch sich deutliche Unterschiede zum klassischen, auf diskreten Bauelementen beruhenden Design von Hochfrequenzschaltungen ergeben. Die Vorlesung gibt eine Einführung in den Entwurf von anlagen, integrierten CMOS-Mobilfunkempfängerschaltungen.  Die Vorlesung gliedert sich in die folgenden Kapitel: Hochfrequenzverstärkerschaltungen Simulation des elektronischen Rauschens Rauscharme Eingangsverstärker in CMOS Mischerschaltungen Phasenregelschleifen (Phase-Locked-Loops; PLLs) Spannungsgesteuerte Oszillatoren					
Lernformen: <b>Vorlesung, Übung und Praktikum</b>					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: <b>Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Min.</b>					
Turnus (Beginn): <b>jährlich Sommersemester</b>					
Modulverantwortliche(r): <b>Vadim Issakov</b>					
Sprache: <b>Englisch</b>					
Medienformen: ---					
Literatur: <b>Thomas H. Lee " The Design of CMOS Radio-Frequency Integrated Circuits"</b> <b>Cambridge University Press</b>					
Erklärender Kommentar: Für die Master-Studiengänge Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik und Informations-Systemtechnik					

Modulbezeichnung: <b>Applied Quantum Computing: Basics and Devices</b> <b>(Angewandtes Quantencomputing: Grundlagen und Hardware-Plattformen)</b>				Modulnummer: <b>ET-IHT-62</b>	
Institution: <b>Halbleitertechnik</b>				Modulabkürzung: <b>AQC</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	1
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahl			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Angewandtes Quantencomputing: Grundlagen und Hardware-Plattformen (V) Angewandtes Quantencomputing: Grundlagen und Hardware-Plattformen (Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: Prof. Dr. Stefanie Kroker					
Qualifikationsziele: (DE) -Die Studierenden sind in der Lage die Voraussetzungen zur Realisierung von Qubits sowie typische Plattformen zu benennen und ihre Bedeutung zu erklären. -Die Studierenden können Stärken und Schwächen verschiedener Hardwareplattformen in gängigen Anwendungsszenarien benennen und gegeneinander abwägen. -Die Studierenden sind in der Lage, die wesentlichen Prozessschritte zur Realisierung verschiedener Quantencomputerplattformen zu benennen und ggf. auftretende Herausforderungen in der Herstellungstechnologie zu erläutern. -Die Studierenden können anhand einer exemplarischen Plattform erläutern, wie ausgewählte Quantengatter realisiert werden können.  (EN) -The students can name the prerequisites for the realization of qubits as well as typical platforms and explain their significance. -Students will be able to name the strengths and weaknesses of different hardware platforms in common application scenarios and weigh them against each other. -The students can name the essential process steps for the realization of different quantum computer platforms and to explain challenges that may arise in the manufacturing process. -Students will be able to use an exemplary platform to explain how selected quantum gates can be realized.					
Inhalte: (DE) -Grundlagen der Quantenmechanik -Vom Bit zum Quantenregister -Quantenschaltkreise I -Quantenschaltkreise II -Verschränkung und Teleportation -Algorithmen des Quantum Computing -Quantenhardware I -Quantenhardware II  (EN) -Basics of Quantum Mechanics -From Bit to Qubit -Quantum Circuits I -Quantum Circuits II -Entanglement and Teleportation -Algorithms of Quantum Computing -Quantum Hardware I -Quantum Hardware II					
Lernformen: Vorlesung, Übung					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten, alternativ zur Prüfung: Hausarbeit mit Abschlussvortrag					

Entwurf

Modulbezeichnung: <b>Surface Physics and experimental methods (Oberflächenphysik und experimentelle Methoden)</b>		Modulnummer: <b>PHY-AP-45</b>	
Institution: Angewandte Physik		Modulabkürzung:	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h
Pflichtform:	Wahl	SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Oberflächenphysik und experimentelle Methoden (V) Oberflächenphysik und experimentelle Methoden (Ü)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: Prof. Uta Schlickum			
Qualifikationsziele: Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können die Studierenden die Methoden der Oberflächenphysik insbesondere Rasterkraftmethoden beschreiben. Sie können das Wachstum von Nanostrukturen erläutern. Die erworbenen Kenntnisse können in Bezug zu aktuellen Forschungsergebnissen gesetzt werden.			
Inhalte: -Oberflächenphänomene im Bereich Supraleitung, Magnetismus -Untersuchung von Nanostrukturen -Rastertunnelmikroskopie -Rasterkraftmikroskopie -Photoemission -Röntgenabsorption & Dichroismus -Aktuelle Forschungsthemen			
Lernformen: ---			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten oder Klausur 120 Minuten			
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester			
Modulverantwortliche(r): Uta Schlickum			
Sprache: Englisch			
Medienformen: ---			
Literatur: Ggf. Literatur: 1. Physics at Surfaces, A. Zangwill, Cambridge University Press, 1988 2. Oberflächenphysik des Festkörpers, M. Henzler und W. Göpel, Teubner Studienbücher, 1994 3. Oberflächenphysik, Grundlagen und Methoden, T. Fauster, L. Hammer, K. Heinz, und M.A. Schneider, Oldenbourg Verlag München, 2013 4. Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy, R. Wiesendanger, Cambridge University Press, 1994 5. Applied Scanning Probe Methods, B. Bhushan, H. Fuchs, und S. Hosaka, Springer Berlin Heidelberg, 2004			
Erklärender Kommentar: ---			
Kategorien (Modulgruppen): Vertiefung Photonik und Quantentechnologien Vertiefung Metrologie und Messtechnik			
Voraussetzungen für dieses Modul:			
Studiengänge: Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2020) (Master), Metrologie und Messtechnik (PO2021) (Master), Elektrotechnik (BPO 2020) (Master),			
Kommentar für Zuordnung: ---			

Modulbezeichnung: <b>Experimental Aspects of Quantum Computing</b>				Modulnummer:	
Institution: Physik der Kondensierten Materie				Modulabkürzung:	
Workload:	180 h	Präsenzzeit:	60 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	120 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Supraleitung Physikalische Grundlagen der Spintronik					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.):					
Lehrende: Prof. Dr. Stefan Söllow apl. Prof. Dr. Dirk Menzel					
Qualifikationsziele: The students learn and know the fundamentals in quantum physics for the realization of qubits. They transfer the physical concepts of superconductivity and spintronics into the context of 'quantum computing'. They learn possible structuration methods to represent qubits in real systems and can implement experimental techniques, e. g., charge and spin transport at low temperature.					
Inhalte: - superconductivity - spintronics - low temperature - realization of qubits - charge and spin transport					
Lernformen: Vorlesung, Übung					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: mündliche Prüfung (45 Min.)					
Turnus (Beginn): jährlich Sommersemester					
Modulverantwortliche(r): <b>apl. Prof. Dr. Stefan Söllow</b> <b>apl. Prof. Dr. Dirk Menzel</b>					
Sprache: Englisch					
Medienformen:					
Literatur:					
Erklärender Kommentar:					
Kategorien (Modulgruppen):					
Voraussetzungen für dieses Modul:					
Studiengänge:					
Kommentar für Zuordnung:					

Modulbezeichnung: <b>Magnetic Quantum Systems</b>				Modulnummer:	
Institution: Angewandte Physik				Modulabkürzung:	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	1
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Magnetic Quantum Systems (V) Magnetic Quantum Systems (S)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.):					
Lehrende: Dr. Markus Etzkorn					
Qualifikationsziele: The students comprehend the quantum mechanical foundations of magnetism. They know the theoretical models to describe them and can calculate their static and dynamic properties. The students know the experimental methods to study the properties of magnetic quantum systems as well as the fundamental prerequisites for such studies. They can theoretically describe the fundamental influence of the environment on the properties of magnetic quantum systems. They also know how this can be used to tailor their properties in the desired manner. The students are aware of the most important realizations of magnetic quantum systems, like molecular magnets and defect centers in diamond and have first insights into the current state of research in those areas. They also know some of the applications that magnetic quantum systems are used for. For specific topics on current research they will elaborate seminar presentations with literature research that they will present in a short talk.					
Inhalte: Foundations of magnetism Foundations of magnetic quantum systems Experimental methods to characterize magnetic quantum systems Isolated quantum systems and the influence of the environment Experimental realizations of magnetic quantum systems Optimization of the properties of magnetic quantum systems Applications of magnetic quantum systems					
Lernformen: Vorlesung und Seminar					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten oder Klausur 120 Minuten(je nach Teilnehmerzahl) Studienleistung: Referat					
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester					
Modulverantwortliche(r): Dr. Markus Etzkorn					
Sprache: Englisch					
Medienformen:					
Literatur:					
Erklärender Kommentar:					

Modulbezeichnung: <b>Information Theory (Informationstheorie)</b>				Modulnummer: <b>ET-NT-72</b>	
Institution: <b>Nachrichtentechnik</b>				Modulabkürzung:	
Workload:	<b>150 h</b>	Präsenzzeit:	<b>42 h</b>	Semester:	<b>1</b>
Leistungspunkte:	<b>5</b>	Selbststudium:	<b>108 h</b>	Anzahl Semester:	<b>1</b>
Pflichtform:	<b>Wahlpflicht</b>			SWS:	<b>3</b>
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: <b>Informationstheorie (V) Informationstheorie (Ü)</b>					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: <b>Prof. Dr.-Ing. Eduard Jorswieck</b>					
Qualifikationsziele: Im Modul wird eine Einführung in die Grundlagen der Shannonschen Informationstheorie gegeben. Ziel ist es, dass die Studierenden wesentliche informationstheoretische Resultate zur maximal möglichen verlustlosen (Quellencodierung) und verlustbehafteten (Rate-Distortion-Theorie) Komprimierung von Daten und zur maximalen Geschwindigkeit einer zuverlässigen Datenübertragung (Kanalcodierung) herleiten können. Die für die analytischen Betrachtungen benötigten Hilfsmittel in Form von Informationsmaßen (Entropie, Transinformation, Kapazität usw.) sowie deren Eigenschaften (typische Sequenzen) werden ebenso behandelt wie in der Praxis einsetzbare, einfache Codes (Block-Codes und Turbo-Codes und Polar-Codes).					
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundbegriffe aus der Wahrscheinlichkeitstheorie <ul style="list-style-type: none"> <li>o Ereignis, Wahrscheinlichkeit, Zufallsgröße, Zufallsvektor, zufälliger Prozeß, Konvergenz zufälliger Folgen, Konvergenzsätze</li> </ul> </li> <li>Grundbegriffe aus der Informationstheorie <ul style="list-style-type: none"> <li>o Maße für diskrete Zufallsgrößen: Entropie, bedingte Entropie, relative Entropie, Transinformation, bedingte Transinformation, Ungleichungen</li> <li>o Maße für stetige Zufallsgrößen: Differentielle Entropie, bedingte differentielle Entropie, relative Entropie, Transinformation, bedingte TI, Ungleichungen</li> <li>o Maße für zufällige Folgen</li> <li>o Typische Sequenzen und asymptotische Gleichverteilungseigenschaft</li> </ul> </li> <li>Quellen und Quellencodierung <ul style="list-style-type: none"> <li>o Definition und Eigenschaften</li> <li>o Quellencodierung für diskrete gedächtnislose Quellen (feste und variable Länge)</li> <li>o Ausgewählte Quellencodes: Morse, Huffman, Shannon-Fano-Elias</li> </ul> </li> <li>Datenübertragung und Kanalkapazität <ul style="list-style-type: none"> <li>o Diskreter gedächtnisloser Kanal: Kanalcodierungstheorem</li> <li>o Diskreter gedächtnisloser Kanal mit Zustand: Kanalkapazitäten</li> <li>o Gaußkanal: Modell und Kanalcodierungstheorem</li> <li>o Bandbegrenzter Gaußkanal, Vektorwertige Gaußkanäle</li> </ul> </li> </ul>					
Lernformen: <b>Vorlesung und Übung</b>					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: <b>Prüfungsleistung: Klausur 90 Min oder mündliche Prüfung 30 Min</b>					
Turnus (Beginn): <b>jährlich Wintersemester</b>					
Modulverantwortliche(r): <b>Eduard Jorswieck</b>					
Sprache: <b>Englisch</b>					
Medienformen: ---					
Literatur: R.W. Yeung: Information Theory and Network Coding, Part I, Springer, 2008. R.W. Yeung: A First Course in Information Theory, Springer, 2002. T.M. Cover und J.A. Thomas: Elements of Information Theory, Wiley-Interscience, 2006. R.G. Gallager: Information Theory and Reliable Communication, Wiley, 1968. R.G. Gallager: Principles of Digital Communication, Cambridge University Press, 2008. S. Moser: S. Moser: Information Theory, <a href="https://moser-isi.ethz.ch/scripts.html#it">https://moser-isi.ethz.ch/scripts.html#it</a>					

Modulbezeichnung: <b>Network Information Theory (Netzwerk-Informationstheorie)</b>				Modulnummer: <b>ET-NT-65</b>	
Institution: Nachrichtentechnik				Modulabkürzung: <b>NIT</b>	
Workload:	180 h	Präsenzzeit:	56 h	Semester:	1
Leistungspunkte:	6	Selbststudium:	124 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	4
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: <b>Netzwerk-Informationstheorie (V)</b> <b>Netzwerk-Informationstheorie (Ü)</b>					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Eduard Jorswieck					
Qualifikationsziele: Die Studierenden kennen die Bausteine komplexer Kommunikationsnetzwerke, d. h. den Mehrfachzugriffskanal, den Broadcastkanal, den Relaiskanal und den Interferenzkanal, deren erreichbare Raten- oder Kapazitätsregionen sowie zugehörige Codierungs- und Decodierungsverfahren. Sie erwerben das Wissen zum Systementwurf von zukünftigen Mobilfunk- und Multihop-Systemen sowie Ad-hoc-Netzwerken. Sie verfügen über informationstheoretische und mathematische Werkzeuge zum Beweisen von Codierungstheoremen. Die Studenten kennen sowohl den Stand der Technik als auch die offenen Probleme der Netzwerk-Informationstheorie.  After completing the lecture, the students will know the building blocks of complex communications networks, i.e., the multiple-access channel, the broadcast channel, the relay channel and the interference channel, their achievable rates and capacity regions including coding and decoding schemes. In addition, the students obtain knowledge to design future wireless and multi-hop as well as ad-hoc networks. They master information-theoretic and mathematical tools to prove coding theorems. They know the state of the art as well as open problems in network information theory.					
Inhalte: Wiederholung Punkt-zu-Punkt Kanalkapazität und Codierungstheorem Stark-typische Sequenzen und deren Eigenschaften Vielfachzugriffskanal: Kapazitätsregion und Vergleich mit TDMA/FDMA/SDMA/NOMA Broadcastkanal: degradiertes BC Kapazitätsregion, nicht-degradiertes BC erreichbare Ratenregion und Rückrichtung Interferenzkanal: sehr starke, starke und schwache Interferenz Kapazitätsregion, mittlere Interferenz erreichbare Ratenregion und Rückrichtung Relaiskanal: erreichbare Verfahren Amplify-and-Forward, Decode-and-Forward, Compress-and-Forward, Estimate-and-Forward Verallgemeinerung und Anwendung der Elemente auf komplexe Netzwerke  Contents: Review point-to-point channel capacity and coding theorem Strong typical sequences and their properties Multiple-Access Channel: Capacity region compared to TDMA/FDMA/SDMA/NOMA Broadcast Channel: degraded BC capacity region, non-degraded BC achievable rate region and converse Interference Channel: very strong, strong, weak interference capacity region, medium interference achievable rate region and converse Relay Channel: achievable schemes amplify-and-forward, decode-and-forward, compress-and-forward, estimate-and-forward Generalization and application of elements to complex networks					
Lernformen: Vorlesung, Übung					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (DE) Prüfungsleistung: Klausur 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten (EN) Examination: Written exam 90 minutes or oral examination 30 minutes					
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester					
Modulverantwortliche(r): <b>Eduard Jorswieck</b>					
Sprache: Deutsch, Englisch					

Modulbezeichnung: <b>Coding Theory (MPO 2011)</b> <b>(Codierungstheorie (MPO 2011))</b>		Modulnummer: <b>ET-NT-42</b>	
Institution: Nachrichtentechnik		Modulabkürzung: <b>CT (2011)</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	56 h
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	94 h
Pflichtform:	Wahlpflicht	SWS:	4
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Codierungstheorie (V) Codierungstheorie (Ü) Rechnerübung zur Codierungstheorie (L)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Thomas Kürner			
Qualifikationsziele: Nach Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über das Verständnis für die informationstheoretischen Grenzen der Datenübertragung und haben Kenntnisse über die Verfahren zur Quellen- und Kanalcodierung in Theorie und Anwendung erlangt. Die Studierenden sind in der Lage die Leistungsfähigkeit der von Quellen- und Kanalcodierungsverfahren einzuschätzen und einfache Codes zu konstruieren.			
Inhalte: -Einführung -Grundlagen der Informationstheorie -Grundzüge der Kanalcodierung -Einzelfehlerkorrigierende Blockcodes -Bündelfehlerkorrigierende Blockcodes -Faltungscodes -Spezielle Codierungstechniken -Ausblick			
Lernformen: Übung und Vorlesung			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: 1 Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung 20 Minuten oder Klausur 120 Minuten 1 Studienleistung: Kolloquium oder Protokoll des Labors als Leistungsnachweis			
Turnus (Beginn): jährlich Sommersemester			
Modulverantwortliche(r): <b>Thomas Kürner</b>			
Sprache: Englisch			
Medienformen: ---			
Literatur: Vorlesungsskript H.Rohling: Einführung in die Informations- und Codierungstheorie, Teubner R.Togneri, C.J.S. deSilva: Fundamentals of Information Theory and Coding Design, Chapman&Hall/CRC H.Schneider-Obermann: Kanalcodierung, Vieweg			
Erklärender Kommentar: Dieses Modul ist ein Pflichtmodul in der Major Vertiefung "Communications Engineering"			
Kategorien (Modulgruppen): Vertiefung Informationstechnische Systeme			
Voraussetzungen für dieses Modul:			

Modulbezeichnung: <b>Entanglement as a resource for quantum computation and quantum information</b>		Modulnummer:	
Institution: Mathematische Physik		Modulabkürzung:	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h
Pflichtform:	Wahlpflicht	SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Entanglement as a resource for quantum computation and quantum information (V) Entanglement as a resource for quantum computation and quantum information (T)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.):			
Lehrende: Prof. Dr. Christoph Karrasch Prof. Dr. Patrik Recher Prof. Dr. Andrey Surzhykov			
Qualifikationsziele: The students will learn the basics and mathematical descriptions of quantum entanglement both for pure and mixed quantum mechanical states. They will investigate the measures of entanglement and will apply them to particular (two- and many-particle) examples. By making use of the concept of entanglement and of quantum logical gates, the students will learn how to develop and apply quantum teleportation, cryptography and computation protocols.			
Inhalte: Axioms of quantum mechanics, Hilbert space, quantum states Quantum logic gates and their mathematical representations Indistinguishable particles, bosons and fermions Concept of quantum entanglement, EPR paradox, Schmidt decomposition Bell inequalities: What they are, what they are for and experimental violations Measurements of entanglement: entropy, concurrence for pure and mixed-states Quantum teleportation, The no cloning theorem Shannon's information theory Super dense coding and its protocols, Quantum error corrections Basics of topological quantum			
Lernformen: Lecture and tutorial			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Examination: oral exam 30 minutes Credit (Studienleistung): active participation in tutorial			
Turnus (Beginn): jährlich Sommersemester			
Modulverantwortliche(r):			
Sprache: Englisch			
Medienformen:			
Literatur: Michael A. Nielsen and Isaac L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge Univ. Press (2010) John Preskill, Quantum Computation and Information (lecture notes Caltech) Murali Kota, Quantum Entanglement as a resource for Quantum Communication (MIT)			
Erklärender Kommentar:			

Modulbezeichnung: <b>Topological quantum computing</b>				Modulnummer:	
Institution: Mathematische Physik				Modulabkürzung:	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Topological quantum computing (V) Topological quantum computing (T)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.):					
Lehrende: Prof. Dr. Christoph Karrasch Prof. Dr. Patrik Recher Prof. Dr. Andrey Surzhykov					
Qualifikationsziele: Understanding exchange statistics (fermions, bosons, anyons), knowledge of topological concepts in condensed matter, being able to apply braiding and fusion rules for non-abelian anyons, get to know topological models, application of concepts of topological quantum computing					
Inhalte: Topology in physics (Chern number, its connection to conductivity, bulk boundary correspondence) SPT and intrinsic topology: topological models (Su-Schrieffer-Heeger model, toric code, Kitaev (spin) model) Abelian and non-abelian anyons: what they are and where to find. Braiding and fusion rules for non-abelian anyons Quantum circuits and quantum gates Use of non-abelian anyons for fault-tolerant quantum computing: Ising anyons as an example, parafermions for universal quantum computation					
Lernformen: Lecture and tutorial					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Examination: oral exam 30 minutes Credit (Studienleistung): active participation in tutorial					
Turnus (Beginn): jährlich Sommersemester					
Modulverantwortliche(r):					
Sprache: Englisch					
Medienformen:					
Literatur: Jiannis K. Pachos "Introduction to Topological Quantum Computing", Cambridge Univ. Press (2012); Tudor D. Stanescu "Introduction to Topological Quantum Matter & Quantum Computation", CRC Press					
Erklärender Kommentar:					

Modulbezeichnung: <b>Software Architecture</b>		Modulnummer: <b>INF-SSE-50</b>	
Institution: Softwaretechnik und Fahrzeuginformatik		Modulabkürzung:	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	56 h
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	94 h
Pflichtform:	Wahlpflicht	SWS:	4
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Softwarearchitektur (V) Softwarearchitektur (Ü)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: NN			
Qualifikationsziele: (DE) Nach Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden ein tiefgehendes Verständnis von Softwarearchitektur. Sie kennen die Probleme beim Architekturdentwurf und können Lösungsstrategien anwenden, die zur Entwicklung qualitativ hochwertiger Softwarearchitekturen führen.  (EN) Upon completion of this module, students have an in-depth understanding of software architecture. They know the problems in architecture design and can apply solution strategies that lead to the development of high-quality software architectures.			
Inhalte: (DE) - Architekturmuster - Entwurfsmuster - Implementierungsstrategien - Architektursprachen - Modellierung von Architekturen - Evolution von Architekturen - Zusammenhang Hardware/Software-Architekturen - Komponenten-Architektur  (EN) - Architectural patterns - Design patterns - Implementation strategies - Architecture languages - Modeling of architectures - Architecture evolution - Corellation between hardware / software architekturen - Component architectures			
Lernformen: (DE) Vorlesung und Übung (EN) Lecture and Exercises			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten, oder Hausarbeit.  (EN) graded work: written exam, 90 minutes, or oral exam, 30 minutes, or term paper			
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester			
Modulverantwortliche(r): NN			
Sprache: Deutsch, Englisch			
Medienformen: ---			
Literatur: Frank Buschmann u.a. "A System Of Patterns" sowie spezifische Literatur zu einzelnen Kapiteln			

Erklärender Kommentar:
Kategorien (Modulgruppen):
Voraussetzungen für dieses Modul:

Entwurf

Modulbezeichnung: <b>Approximation Algorithms (MPO 2014)</b>		Modulnummer: <b>INF-ALG-27</b>	
Institution: Algorithmik		Modulabkürzung: <b>AA</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	56 h
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	94 h
Pflichtform:	Wahlpflicht	SWS:	4
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Approximation Algorithms (V) Approximation Algorithms (Ü) Approximation Algorithms (KIÜ)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: Prof. Dr. Sándor Fekete			
Qualifikationsziele: (DE) Die Absolventen dieses Moduls kennen die Notwendigkeit und Berechtigung von Approximationsalgorithmen. Sie beherrschen die wichtigsten Techniken zur Analyse der Komplexität von Algorithmen und zum Entwurf von Approximationsmethoden, einschließlich des Beweises oberer und unterer Schranken.  (EN) Participants know the necessity and role of approximation algorithms. They can master the most important techniques for analysis and complexity of approximation algorithms for designing, including the validity of upper and lower bounds.			
Inhalte: (DE) - NP-Vollständigkeit - Approximationsbegriff - Vertex Cover - Set Cover - Scheduling - Packprobleme - Geometrische Probleme - Fallstudien aus der aktuellen Forschung  (EN) - A basic introduction to NP-completeness and approximation - Approximation for vertex and set cover - Packing problems - Tour problems and variations - Current research problems In the context of various problems, a wide spectrum of techniques and concepts will be provided.			
Lernformen: (DE) 1 Studienleistung: 50 % der Übungen müssen bestanden sein  1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten. Prüfungsform ist abhängig von der Teilnehmerzahl und wird zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben.  (EN) graded work: written exam (120 minutes) or oral exam (30 minutes) non-graded work: 50% of the exercises must be passed			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: 1 Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung 20 Minuten oder Klausur 120 Minuten 1 Studienleistung: Kolloquium oder Protokoll des Labors als Leistungsnachweis			
Turnus (Beginn): alle zwei Jahre im Sommersemester			
Modulverantwortliche(r): <b>Prof. Dr. Sándor Fekete</b>			
Sprache: Englisch, Deutsch			
Medienformen: ---			

Literatur:

- Vijay V. Vazirani: Approximation Algorithms. 1st edition. Springer Verlag, 2001.
- Dorit Hochbau: Approximation Algorithms for NP-hard Problems. Course Technology Inc, 1996.

Erklärender Kommentar:

Kategorien (Modulgruppen):

Voraussetzungen für dieses Modul:

Entwurf

Modulbezeichnung: <b>Online Algorithms (Online-Algorithmen)</b>				Modulnummer: <b>INF-ALG-07</b>	
Institution: Algorithmik				Modulabkürzung: <b>OA</b>	
Workload:	120 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	1
Leistungspunkte:	4	Selbststudium:	78 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Online-Algorithmen (V) Online-Algorithmen (Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: Prof. Dr. Sándor Fekete					
Qualifikationsziele: Die Absolventen dieses Moduls kennen die Notwendigkeit und Berechtigung von Algorithmen mit unvollständiger Information. Sie beherrschen die wichtigsten Techniken für Analyse und Entwurf von Online-Algorithmen.					
Inhalte: - Kompetitive Analyse von Algorithmen - Paging - Online-Packen - Online-Scheduling - Online-Suche - Fallstudien aus aktuellen Forschungsproblemen					
Lernformen: Vorlesung und Übung					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Prüfungsvorleistung: ausreichende Menge von Punkten bei korrigierten Übungen; Prüfungsleistung: Klausur oder mündliche Prüfung. Prüfungsform ist abhängig von der Teilnehmerzahl und wird zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben.					
Turnus (Beginn): alle zwei Jahre im Sommersemester					
Modulverantwortliche(r): <b>Prof. Dr. Sándor Fekete</b>					
Sprache: Englisch					
Medienformen: ---					
Literatur: Online Computation and Competitive Analysis Allan Borodin und Ran El-Yaniv  Online Algorithms Amos Fiat und Gerhard Woeginger					
Erklärender Kommentar:					
Kategorien (Modulgruppen):					
Voraussetzungen für dieses Modul:					

Modulbezeichnung: <b>Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory</b>				Modulnummer: <b>AT-STD7-60</b>	
Institution: Mathematik Institute 7				Modulabkürzung: <b>MathFoundDS</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	1
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Mathematische Grundlagen der Informationstheorie und Kodierungstheorie (V) Mathematische Grundlagen der Informationstheorie und Kodierungstheorie (Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: Prof. Dr. Volker Bach					
Qualifikationsziele: (de) Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - beherrschen die wesentlichen Grundlagen des Gebietes - können einzelne Methoden in einen größeren Zusammenhang einordnen  (en) The students - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods - are able to analyze and apply the methods of the lecture - understand the applied methods and are able to analyze these - master the foundations of the field - are able to them into a larger context					
Inhalte: (de) - Kraft-Ungleichung und McMillans Theorem - Huffman-Kodierungen - Stochastische Prozesse - Entropie und Entropieraten - Das Shannon-McMillan-Breiman-Theorem - Universelle Kodierung und Lempel-Ziv-Kodierung - Ratenallokation  (en) - Kraft Inequality and McMillan's Theorem - Huffman Codes - Stochastic Processes - Entropy and Entropy Rates - The Shannon-McMillan-Breiman Theorem - Universal Codes and the Lempel-Ziv Code - Rate Allocation					
Lernformen: (de) Vorlesung, Übung (en) Lecture, Exercise					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben oder eines Vortrages nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.  (en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 oral exam according to examiner's specifications. Non-graded coursework (Studienleistung): 1 homework or 1 presentation according to lecturer's specifications.					

The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.
Turnus (Beginn): jährlich Wintersemester
Modulverantwortliche(r): <b>Prof. Dr. Volker Bach</b>
Sprache: Englisch
Medienformen: (de) Tafel, Beamer, Folien, vorlesungsbegleitende Internetseiten mit Downloadbereich (en) Blackboard, Projector, Slides, in addition to the lecture download area on the internet
Literatur: - Cover & Thomas „Elements of Information Theory“ (Wiley)
Erklärender Kommentar: (de) Das Modul ist komplementär zur „Einführung in die Quanteninformatik“. Letztere kann als Fortsetzung von „Mathematical Foundations of Coding and Information Theory“ gesehen werden.  (en) The modul is complementary to „Introduction to Quantum Information Theory“. The latter may be seen as a continuation of „Mathematical Foundations of Coding and Information Theory“.
Kategorien (Modulgruppen):
Voraussetzungen für dieses Modul:
Studiengänge: Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2022) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (MPO 2013) (Master), Elektrotechnik (BPO 2020) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2018) (Master), Elektrotechnik (MPO 2013) (Master), Informatik (MPO 2017) (Master), Informatik MPO 2020_1 (Master), Informations-Systemtechnik (MPO 2019) (Master), Informatik (MPO 2015) (Master), Elektronische Systeme in Fahrzeugtechnik, Luft- und Raumfahrt (Master), Elektrotechnik (BPO 2018) (Master), Informations-Systemtechnik (MPO 2020) (Master), Informatik (MPO 2014) (Master), Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik (BPO 2020) (Master), Informations-Systemtechnik (MPO 2013) (Master), Elektronische Systeme in Fahrzeugtechnik, Luft- und Raumfahrt (PO 2020) (Master), Informatik (MPO 20xx) (Master),
Kommentar für Zuordnung: ---

Modulbezeichnung: <b>Introduction to Quantum Information Theory</b>				Modulnummer: <b>MAT-STD7-54</b>	
Institution: Mathematik Institute 7				Modulabkürzung: <b>IntrQuantInfTH</b>	
Workload:	180 h	Präsenzzeit:	56 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	6	Selbststudium:	124 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	4
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Introduction to Quantum Information Theory (V) Introduction to Quantum Information Theory (Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: Prof. Dr. Volker Bach					
Qualifikationsziele: (de) Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren  (en) The students - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods - are able to analyze and apply the methods of the lecture - acquainted with the basic objects, constructions, and mathematical theorems and their proofs of quantum information theory - obtain an understanding of the similarities of, and the fundamental differences between, classical information theory and quantum information theory - learn about applications of quantum information theory in quantum computing and communication.					
Inhalte: (de)  (en) - Vectors and Operators, - States, Observables, Statistics, - Composite Systems and Entanglement, - Classical Entropy and Information, - The Classical-Quantum Channel, - Quantum Evolutions and Channels, - Quantum Entropy and Information Quantities					
Lernformen: Vorlesung, Übung					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.					
Turnus (Beginn): unregelmäßig					
Modulverantwortliche(r): <b>Prof. Dr. Volker Bach</b>					
Sprache: Englisch					
Medienformen: (de) Tafel, evtl. Folien, Beamer, vorlesungsbegleitende Internetseiten mit Downloadbereich					
Literatur: - A. Holevo: Quantum Systems, Channels, Information					

Erklärender Kommentar: (de) Grundkenntnisse der klassischen Informationstheorie werden empfohlen  (en) A basic knowledge of classical information theory is recommended.  Die Hauptzielgruppe dieser Lehrveranstaltung sind Studierende des englischsprachigen Masterstudiengangs „Data Science“. Daneben ist die Lehrveranstaltung geeignet für die Masterstudiengänge Mathematik, Informatik, Elektrotechnik und Physik.
Kategorien (Modulgruppen):
Voraussetzungen für dieses Modul:
Studiengänge:
Kommentar für Zuordnung:

Entwurf

Modulbezeichnung: <b>Industrial Internship (Industriefachpraktikum)</b>				Modulnummer: <b>ET-STDE-04</b>	
Institution: Studiendekanat Elektrotechnik				Modulabkürzung:	
Workload:	360 h	Präsenzzeit:	1 h	Semester:	3
Leistungspunkte:	12	Selbststudium:	1 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	8
Lehrveranstaltungen/Oberthemen:					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: Studiendekan Elektrotechnik					
<p>Qualifikationsziele: Im Rahmen des Industriefachpraktikums erfolgt eine vertiefende Vorbereitung auf das Berufsleben durch eine Tätigkeit direkt in einem Industrieunternehmen im Umfang von mindestens 10 Wochen. Die Studierenden erlangen Einblicke in organisatorische und betriebliche Abläufe und Strukturen sowie in die Arbeitsmethoden der Ingenieur Tätigkeit in Industriebetrieben. Innerhalb der großen Vielfalt und Breite der strukturellen Bereiche (z.B. Forschung, Entwicklung, Produktion, Vertrieb,... ) und Tätigkeitsfelder (z.B. Hard- oder Software-Entwicklung, Produktionsplanung, Qualitätssicherung, Vertrieb, (Projekt-)Management,...) in einem Industrieunternehmen wird hierbei eine exemplarische Auswahl mit einem vertieften Kennenlernen eines oder weniger dieser Bereiche bzw. Felder erwartet.</p> <p>Ziel des Moduls ist die Weiterentwicklung situations- und aufgabengerechter Handlungsmuster und Techniken sowie eine Fortentwicklung und Adaption der im Studium vermittelten Methodenkompetenz in der ingenieurmäßigen Lösung technischer Fragestellungen. Dazu vertiefen die Studierenden ihre überfachlichen Kenntnisse und Fähigkeiten (z.B. Gesprächs- und Verhandlungsführung, Präsentationstechnik, Dokumentation,...) beispielsweise durch Teilnahme an Besprechungen oder durch die Einbeziehung in konzeptionelle, planerische oder Management-Aufgaben. Außerdem führen sie eigene Ingenieurstätigkeiten (z.B. in der konzeptuellen Planung, Entwicklung oder Qualitätssicherung) selbstständig aus und vertreten diese. Dabei wenden Sie die im Studium vermittelten fachlichen Kenntnisse und Fähigkeiten auf praktische Aufgabenstellungen im industriellen Umfeld an.</p> <p>Die im Rahmen des Industriefachpraktikums geleisteten Tätigkeiten des Praktikums sind in einem unbenoteten Vortrag darzulegen. Der Vortrag wird einschließlich Vor- und Nachbereitung mit einem Umfang von 3 LP innerhalb der 12 LP dieses Moduls berücksichtigt.</p>					
Inhalte: individuell; Anforderungen gem. Praktikumsrichtlinien					
Lernformen: Praktikum					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Abschlussreferat gemäß gesonderter Ordnung „Praktikumsrichtlinien der FK Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik“ in der jeweils zu Beginn des Studiums gültigen Fassung.					
Turnus (Beginn): jedes Semester					
Modulverantwortliche(r): <b>Studiendekan Elektrotechnik</b>					
Sprache: Deutsch, Englisch					
Medienformen:					
Literatur:					
<p>Erklärender Kommentar: Die im Rahmen des Industriefachpraktikums geleisteten Tätigkeiten des Praktikums sind in einem unbenoteten Vortrag darzulegen. Der Vortrag wird einschließlich Vor- und Nachbereitung mit einem Umfang von 3 LP innerhalb der 12 LP dieses Moduls berücksichtigt.</p> <p>Der Workload ergibt sich ausschließlich am Ort des Industriepartners, i. d. R. außerhalb der Universität.</p>					
Kategorien (Modulgruppen):					

Voraussetzungen für dieses Modul:
Studiengänge:
Kommentar für Zuordnung:

Entwurf

Modulbezeichnung: <b>Master's Team Project (Master-Teamprojekt)</b>				Modulnummer: <b>ET-STDE-52</b>	
Institution: Studiendekanat Elektrotechnik				Modulabkürzung:	
Workload:	240 h	Präsenzzeit:	160 h	Semester:	3
Leistungspunkte:	8	Selbststudium:	80 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	0
Lehrveranstaltungen/Oberthemen:					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): Das Master-Teamprojekt kann das Industriefachpraktikum ersetzen.					
Lehrende: NN (Dozent Elektrotechnik)					
Qualifikationsziele: Das Master-Teamprojekt wird grundsätzlich in Gruppen von mindestens drei Studierenden absolviert, die an einer übergeordneten Themenstellung den Entwurf, die Analyse, den Aufbau oder die Simulation eines elektro- oder informationstechnischen Systems beispielhaft durchführen.					
Inhalte: individuell					
Lernformen: Projekt (in Teamarbeit)					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Studienleistung: Das Master-Teamprojekt entspricht in den Prüfungsanforderungen dem Entwurf (§ 9 Abs. 6 APO). Für das Master-Teamprojekt ist zu Beginn eine schriftliche Projektplanung vorzulegen, die im Verlaufe des Projektes aktualisiert werden soll. Der Vergleich zwischen Anfangsplanung und tatsächlichem Verlauf ist im Abschlussbericht darzulegen und zu begründen. Die Ergebnisse des Master-Teamprojekts sind in einem Bericht zusammenzufassen, in dem die individuellen Beiträge der Projektteilnehmer kenntlich zu machen sind. Ferner sind die Ergebnisse in einer Präsentation (§ 4 Abs. 13 BPO) darzustellen.					
Turnus (Beginn): jedes Semester					
Modulverantwortliche(r): <b>Studiendekan Elektrotechnik</b>					
Sprache: Deutsch, Englisch					
Medienformen:					
Literatur:					
Erklärender Kommentar:					
Kategorien (Modulgruppen):					
Voraussetzungen für dieses Modul:					
Studiengänge:					
Kommentar für Zuordnung:					

Modulbezeichnung: <b>Professionalisation</b>		Modulnummer: <b>ET-STDE-56</b>	
Institution: Studiendekanat Elektrotechnik		Modulabkürzung:	
Workload:	360 h	Präsenzzeit:	1 h
Leistungspunkte:	12	Selbststudium:	1 h
Pflichtform:	Pflicht	SWS:	0
Lehrveranstaltungen/Oberthemen:			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): Insgesamt sind Leistungen im Umfang von 8-12 LP einzubringen. Verpflichtend ist der Seminarvortrag im Umfang von 3 LP.			
Lehrende: Studiendekan Elektrotechnik			
Qualifikationsziele: Schlüsselqualifikationen werden aus den im folgenden aufgeführten Bereichen erlangt: - Handlungsorientierte Angebote, Wissenschaftskulturen Hierzu sind Veranstaltungen aus dem Gesamtprogramm (Pool) überfachlicher Lehrveranstaltungen der Technischen Universität Braunschweig zu wählen. Die Art der Prüfungs- oder Studienleistung und die Anzahl der Leistungspunkte werden für jede Modulausprägung individuell bekannt gegeben. <a href="https://www.tu-braunschweig.de/studium-lehre/im-studium/lehrveranstaltungen">https://www.tu-braunschweig.de/studium-lehre/im-studium/lehrveranstaltungen</a> Der Studiendekan sorgt dafür, dass in jedem Semester eine Liste der zur Verfügung stehenden Lehrveranstaltungen veröffentlicht wird, in der Empfehlungen für besonders praxisnahe Veranstaltungen gegeben werden. - Seminarvortrag Seminarvortrag an einem der am Studiengang beteiligten Institute der Fakultät EITP. Es ist eine eigenständige Auseinandersetzung mit einem Thema unter Einbeziehung und Auswertung einschlägiger Literatur sowie die Darstellung und die Vermittlung der Ergebnisse im mündlichen Vortrag sowie in einer anschließenden Diskussion zu leisten.			
Inhalte: individuell			
Lernformen: diverse			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Studienleistung: nach Vorgaben der belegten Lehrveranstaltung aus dem Pool; Seminarvortrag: Präsentation gemäß § 4 Abs. 14			
Turnus (Beginn): Jedes Semester			
Modulverantwortliche(r): <b>Studiendekan Elektrotechnik</b>			
Sprache: Deutsch, Englisch			
Medienformen:			
Literatur:			
Erklärender Kommentar:			
Kategorien (Modulgruppen):			
Voraussetzungen für dieses Modul:			
Studiengänge:			
Kommentar für Zuordnung:			

Modulbezeichnung: <b>Master's Thesis + Presentation (Abschlussmodul)</b>		Modulnummer: <b>ET-STDE-51</b>	
Institution: Studiendekanat Elektrotechnik		Modulabkürzung:	
Workload:	900 h	Präsenzzeit:	1 h
Leistungspunkte:	30	Selbststudium:	1 h
Pflichtform:	Pflicht	SWS:	0
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Masterarbeit (MaArb)			
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---			
Lehrende: NN (Dozent Elektrotechnik)			
Qualifikationsziele: Mit dem erfolgreichen Absolvieren der Abschlussarbeit (§ 14 APO) und der Präsentation demonstriert der/die Studierende, dass er/sie in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem aus der gewählten Fachrichtung selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Die Qualifikationsziele des Studiengangs (Anlage 1, § 2 APO) spiegeln sich in der Durchführung und in den Ergebnissen der Abschlussarbeit hinsichtlich der folgenden Bestandteile: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstständige Einarbeitung und wissenschaftlich methodische Bearbeitung eines grundlegend für die Weiterentwicklung und Forschung auf dem Gebiet der Elektrotechnik relevanten Themas.</li> <li>• Literaturrecherche und Darstellung des Stands der Technik</li> <li>• Erarbeitung von neuen Lösungsansätzen für ein wissenschaftliches Problem</li> <li>• Darstellung der Vorgehensweise und der Ergebnisse in Form einer Ausarbeitung</li> <li>• Präsentation der wesentlichen Ergebnisse in verständlicher Form</li> <li>• Vertiefung und Verfeinerung von Schlüsselqualifikationen: Management eines eigenen Projekts, Präsentationstechniken und rhetorischer Fähigkeiten.</li> </ul>			
Inhalte: individuell			
Lernformen: Vorlesung, Übung			
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Prüfungsleistung: Anfertigen der Masterarbeit Prüfungsleistung: Präsentation (gemäß § 4 Abs. 14 BPO) Die Bewertung der Präsentation geht mit doppelter Gewichtung in die Gesamtnote des Abschlussmoduls ein.			
Turnus (Beginn): jedes Semester			
Modulverantwortliche(r): <b>Studiendekan Elektrotechnik</b>			
Sprache: Deutsch, Englisch			
Medienformen:			
Literatur:			
Erklärender Kommentar: Die Masterarbeit wird mit 28 LP und die Präsentation mit 2 LP angerechnet. Die Bewertung der Präsentation geht mit doppelter Gewichtung in die Gesamtnote des Abschlussmoduls ein.			
Kategorien (Modulgruppen):			
Voraussetzungen für dieses Modul:			
Studiengänge:			
Kommentar für Zuordnung:			