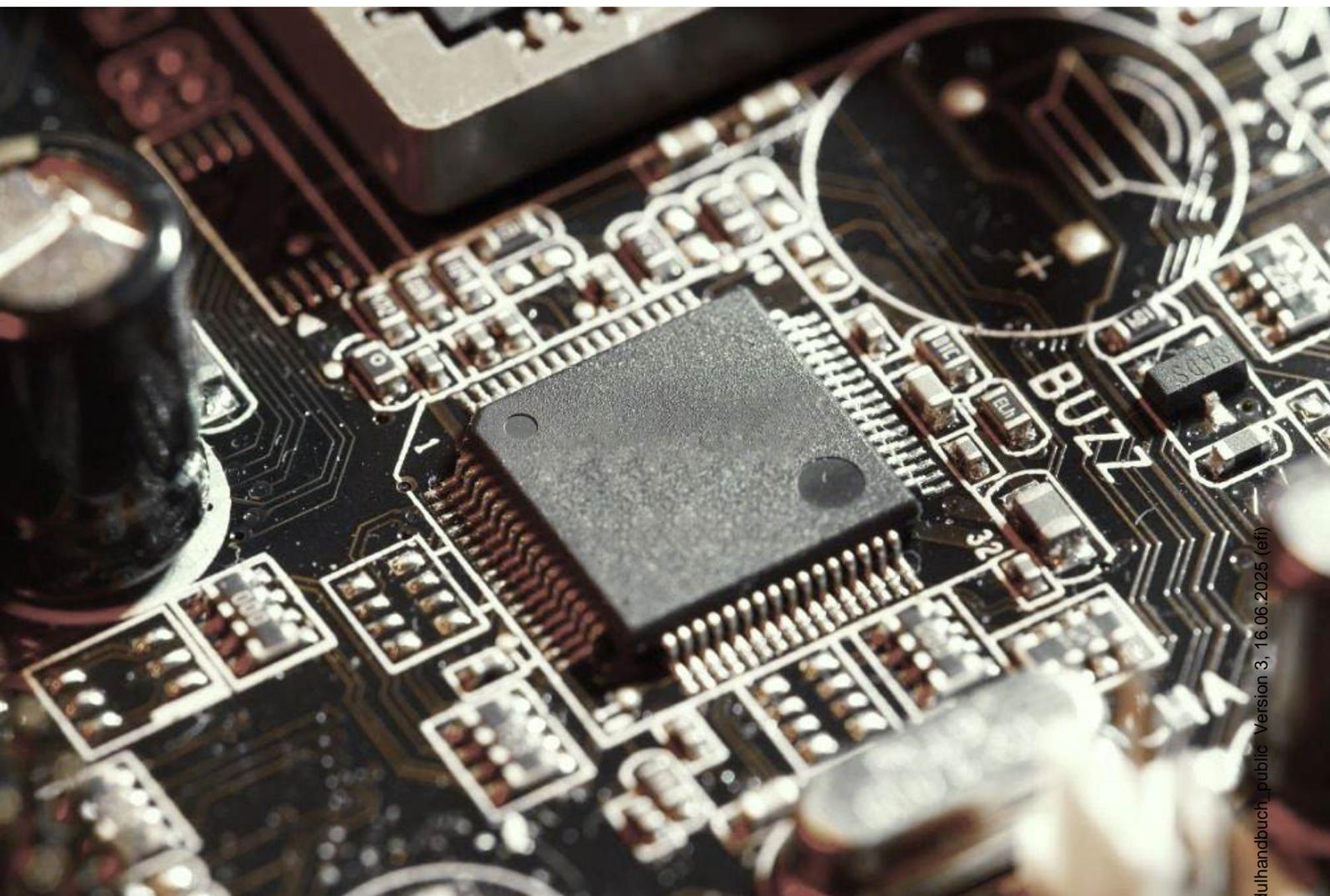


# Modulhandbuch



## Master Elektronische und Mechatronische Systeme (M-YY)

Ausgabe Q - gültig ab 01.10.2023  
(gemäß Beschluss des Fakultätsrats vom 27.07.2023)

## Inhalt

Abkürzungsverzeichnis.....	3
1 VM - Vertiefungsgebiete der Mathematik.....	4
2 SOS -Stochastische und nichtlineare Systeme.....	5
3 ED - Elektrodynamik.....	6
4 Fachwissenschaftliche Wahlpflichtmodule der Gruppe 1.....	8
AUT4 Robotik.....	8
AUT5 Automatisierung und Regelungstechnik.....	9
ENT4 Energiewandlung in mechatronischen Systemen.....	11
ENT5 Intelligente Netze (smart grids).....	13
ESY4/1 Analoge Schaltungstechnik.....	15
ESY4/2 Hochfrequenzschaltungstechnik.....	17
ESY5/1 Schaltungsintegration.....	18
ESY5/2 IC-Produktentwicklung.....	19
ESY6 Systementwurf.....	21
INF4/1 Algorithmen und Datenstrukturen.....	23
INF4/2 Low Level und Seminumerische Algorithmen.....	25
INF5 Digitale Signalverarbeitung.....	27
INF6/1 Prototyping im Software Engineering.....	29
INF6/2 Usability Engineering.....	30
KOM4/1 Software Defined Radio.....	31
KOM4/2 Photonische Netze.....	32
KOM5/1 HF-Kommunikationssysteme.....	34
KOM5/2 Ausgewählte Kapitel der Signalverarbeitung.....	35
MDT4 Multimodale Bildgebung.....	36
MDT5/1 Android-Applikationen.....	38
MDT5/2 Maschinelles Lernen zur Anomalieerkennung.....	39
MEC4/1 Planung von Produktionssystemen.....	40
MEC4/2 Produktentwicklung und -gestaltung.....	41
MEC5/1 Dynamische Systeme in der Mechatronik.....	42
MEC5/2 Höhere Mechanik.....	43
PHO4/1 Optische Systemtechnik.....	44
PHO4/2 Laser und Faseroptik.....	45
PHO5/1 LED-Beleuchtungstechnik und Licht-Simulation.....	47
PHO5/2 Messtechnik für optische Systeme.....	49
OQT4 Grundlagen und Systeme der Quantentechnologien.....	51
OQT5/1 Quantencomputer, Quantenkryptographie und Quantensensorik.....	53
5 Projekt.....	55
5a Projektarbeit.....	55
5b Projektbegleitendes Seminar.....	55
6 PU - Personal- und Unternehmensführung.....	56
7 Fachwissenschaftliche Wahlpflichtmodule der Gruppe 2.....	57
8 Abschlussarbeit.....	58
8a Masterarbeit.....	58
8b Masterseminar.....	58

## Abkürzungsverzeichnis

LN	Studienbegleitender Leistungsnachweis	schrP	schriftliche Prüfung
LV	Lehrveranstaltung	SU	seminaristischer Unterricht
mündlP	Mündliche Prüfung	SWS	Semesterwochenstunden
PA	Projektarbeit	Ü	Übung
Pro	Projekt	WPM	Wahlpflichtmodul/Wahlpflichtmodule
S	Seminar		

# 1 VM - Vertiefungsgebiete der Mathematik

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Steinbach
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	3 SWS seminaristischer Unterricht und 1 SWS Übung
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester+
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Differenzial- und Integralrechnung, Funktionen von mehreren Variablen</li> <li>• Lineare Algebra, Vektor- und Matrizenrechnung, Matrix-Eigenwertproblem</li> <li>• Gewöhnliche Differenzialgleichungen</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können fortgeschrittene Methoden der Stochastik auf konkrete Aufgabenstellungen anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können Verfahren der Linearen Algebra (Matrizenkalkül) und Zustandsraummethoden für dynamische Systeme auf theoretische und praxisrelevante Problemstellungen anwenden.</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Stochastik, insbesondere: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ereignisse und Wahrscheinlichkeiten</li> <li>○ Bedingte Wahrscheinlichkeiten und Unabhängigkeit</li> <li>○ Zufallsvariablen, Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Momente</li> <li>○ Zufallsvektoren und zentraler Grenzwertsatz</li> </ul> </li> <li>• Stochastische Prozesse, insbesondere Markov-Ketten</li> <li>• Matrizenkalkül, Lineare Algebra (Eigenwerte, Eigenvektoren, Diagonal- und Jordan-Form, Matrix-Funktionen)</li> <li>• Zustandsraummethoden für Dynamische Systeme (lineare und nichtlineare Systeme von Differentialgleichungen)</li> <li>• Nichtlineare Systeme (Lokale Linearisierung, Ruhelagen, Numerische Methoden)</li> </ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bosch: Elementare Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung, Vieweg, 2011</li> <li>• Christoph, Hackel: Starthilfe Stochastik, Teubner, 2002</li> <li>• Waldmann, Stocker: Stochastische Modelle - Eine anwendungsorientierte Einführung, 2012</li> <li>• Burg, Haf, Wille, Meister: Höhere Mathematik für Ingenieure, Bände II und III, Springer-Teubner, 2013</li> <li>• Marx, Vogt: Dynamische Systeme - Theorie und Numerik, Springer Spektrum, 2011</li> <li>• Ludyk: Theoretische Regelungstechnik 1, 2, Springer, 1995</li> </ul>
<b>Workload</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen</li> <li>• 30 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li> <li>• 20 Std. Bearbeitung von Übungsaufgaben</li> <li>• 15 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li> <li>• 40 Std. Prüfungsvorbereitung</li> </ul> <p><b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>

## 2 SOS -Stochastische und nichtlineare Systeme

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Wagner
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	3 SWS seminaristischer Unterricht + 1 SWS Übung
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung zeitkontinuierlicher Signale und Systeme im Zeit- und Frequenzbereich (Differentialgleichungen, Fourier-Transformation, Frequenzgang, Faltung)</li> <li>• Laplace-Transformation: Übertragungsfunktion, Berechnung von Einschwingvorgängen zeitkontinuierlicher Systeme, Stabilität linearer Systeme</li> <li>• Grundkenntnisse zur Systembeschreibung im Zustandsraum</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden ordnen Systemen ihre Eigenschaften zu (Linearität, Stabilität, Zeitvarianz, ...)</li> <li>• Die Studierenden überblicken unterschiedliche Stabilitätsdefinitionen für dynamische Systeme.</li> <li>• Die Studierenden nutzen zentrale Methoden der Stabilitätsanalyse linearer und nichtlinearer Systeme (Routh-Kriterium, direkte Methode von Lyapunov, Kreiskriterium, harmonische Balance)</li> <li>• Die Studierenden wenden die Methoden der Systemtheorie auf Systeme mit stochastischen Eingangssignalen an</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemeigenschaften</li> <li>• Signaltransformationen: Kurzzeit-DFT, Wavelet-Transformation</li> <li>• (Stabilitäts-)Analyse nichtlinearer Systeme (Betriebspunktlinearisierung, direkte Methode von Lyapunov, nichtlineare Standardregelkreise, Kreiskriterium, harmonische Balance)</li> <li>• Systemtheorie stochastischer Prozesse: Stochastische Variable, Stochastische Prozesse und lineare Systeme, lineare optimale Filterung (Kalman-Filter)</li> </ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Girod, B.; Rabenstein, R.: Einführung in die Systemtheorie; Teubner-Verlag</li> <li>• Adamy, J.: Nichtlineare Regelungen, Springer-Verlag</li> <li>• Unbehauen, R.: Systemtheorie, Oldenbourg-Verlag</li> </ul>
<b>Workload</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen</li> <li>• 35 Std. regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li> <li>• 20 Std. Bearbeiten von Übungsaufgaben</li> <li>• 20 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li> <li>• 30 Std. Prüfungsvorbereitung</li> </ul> <p><b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>

### 3 ED - Elektrodynamik

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Janker
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	3 SWS seminaristischer Unterricht + 1 SWS Übung
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexe Wechselstromrechnung</li> <li>• Grundkenntnisse in Vektor-Algebra</li> <li>• Kenntnisse über elektrostatische Felder</li> <li>• Kenntnisse über magnetische Felder</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die physikalischen Zusammenhänge in statischen elektrischen und magnetischen Feldern</li> <li>• Die Studierenden können die Maxwell'schen Gleichungen in konkreten Aufgabenstellungen anwenden</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, die Auswirkungen des Skineffekts zu durchblicken</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Eigenschaften freier elektromagnetischer Wellen</li> <li>• Die Studierenden beherrschen das Verhalten elektromagnetischer Wellen an Grenzflächen</li> <li>• Die Studierenden kennen die wichtigsten Wellenleiterstrukturen</li> <li>• Die Studierenden begreifen Leitungseigenschaften wie Wellenwiderstand und Kopplung</li> <li>• und können Leitungstransformationen anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können Wellenleiter-Resonanzen erkennen und ausnutzen</li> <li>• Die Studierenden überblicken wichtige Parameter zum Beschreiben von Antennen</li> <li>• Die Studierenden durchschauen das Verhalten von Dipolantennen</li> <li>• Den Studierenden sind Maßnahmen gegen unerwünschte Abstrahlung bewusst</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrostatisches, magnetisches, stationäres Strömungs-Feld</li> <li>• Zeitveränderliches Strömungsfeld</li> <li>• Maxwell'sche Gleichungen, Wellengleichung</li> <li>• Skineffekt</li> <li>• Schirmung</li> <li>• Elektromagnetische Wellen im freien Raum</li> <li>• Wellenleiter: Koaxialkabel und Hohlleiter</li> <li>• Leitungseigenschaften, Leitungstransformation</li> <li>• Antennen</li> </ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kark: „Antennen und Strahlungsfelder“, Vieweg Verlag</li> <li>• Griffith: „Elektrodynamik – Eine Einführung“, Pearson Verlag</li> </ul>

---

<b>Workload:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen</li><li>• 30 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li><li>• 20 Std. Bearbeiten von Übungsaufgaben</li><li>• 25 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li><li>• 30 Std Prüfungsvorbereitung</li></ul> <b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b>
------------------	--

---

## 4 Fachwissenschaftliche Wahlpflichtmodule der Gruppe 1

### AUT4 Robotik

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. May
<b>Umfang:</b>	8 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	4 SWS seminaristischer Unterricht + 4 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmierkenntnisse in einer Hochsprache</li> <li>• Grundlegende Kenntnisse der linearen Algebra</li> <li>• Physikalische Grundlagenkenntnisse (Mechanik, Elektrotechnik, Optik, Informationsverarbeitung)</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen Messprinzipien und können Sensoren für Roboteranwendungen auswählen und anwenden</li> <li>• Die Studierenden durchschauen Problemstellungen und Ansätze der künstlichen Intelligenz zur Realisierung autonomer Roboter, z. B. für Service- und Erkundungsaufgaben</li> <li>• Die Studierenden können Methoden und Algorithmen für die Selbstlokalisierung mobiler Roboter und Hindernisvermeidung bei Bewegungsabläufen festlegen und selbständig programmieren</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, Algorithmen zur Planung und Ausführung von Bewegungsabläufen mobiler Roboter zu implementieren</li> <li>• Die Studierenden können eine verteilte (Multi-)Roboteranwendung entwerfen</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik von Roboterplattformen und -manipulatoren</li> <li>• Eigenschaften und Prinzipien moderner Sensorik und Aktuatorik</li> <li>• Selbstlokalisierung mobiler Plattformen</li> <li>• Bewegungsplanung und -ausführung</li> <li>• Umfeldwahrnehmung mittels Sensordatenverarbeitung</li> <li>• Simulationsumgebungen</li> <li>• Middleware-basierte Roboterkontrollarchitekturen</li> </ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siciliano, B.; Oussama, K. (Eds.). Springer Handbook of Robotics. 2008. ISBN 354023957X. Springer: Berlin, Heidelberg.</li> <li>• Thrun, S.; Burgard, W.; Fox, D. Probabilistic Robotics. 2005. ISBN 0262201623. MIT Press.</li> <li>• Eigenes Skriptum des Dozenten.</li> </ul>
<b>Workload</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 90 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen</li> <li>• 35 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li> <li>• 25 Std. Lösen von Übungsaufgaben und Beispielen</li> <li>• 70 Std. Vorbereitung v. Versuchen und Präsentationen, Erarbeiten von Lösungen</li> <li>• 30 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li> <li>• 50 Std. Prüfungsvorbereitung</li> </ul> <p><b>= 300 Stunden / 10 Leistungspunkte</b></p>

## AUT5 Automatisierung und Regelungstechnik

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Wagner
<b>Umfang:</b>	8 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	6 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 120 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung von Regelkreisgliedern im Zeit- und Frequenzbereich: Frequenzgang, Bodediagramm, Übertragungsfunktion, Zustandsraumbeschreibung</li> <li>• Modellbildung von Regelstrecken</li> <li>• Laplace-Transformation: Übertragungsfunktion, Berechnung von Einschwingvorgängen zeitkontinuierlicher Systeme, Stabilität linearer Systeme</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden wenden spezielle Methoden der Automatisierungstechnik auf typische Applikationen an, z. B. Handhabungs- und Verpackungsmaschinen</li> <li>• Die Studierenden erarbeiten Automatisierungslösungen mit besonderen Anforderungen, z. B. Echtzeit-Bewegungsautomatisierung, Sollwertgenerator</li> <li>• Die Studierenden lösen Automatisierungsprobleme mit Hilfe besonderer Entwurfsmethoden</li> <li>• Die Studierenden entwerfen Regelungen für lineare und nichtlineare Ein- und Mehrgrößenregelstrecken</li> <li>• Die Studierenden überblicken Verfahren der Zustandsschätzung und -regelung und wenden diese an</li> <li>• Die Studierenden entwerfen Regelungen mit vorgegebenem Führungs- und Störverhalten</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<p><b>Teil Automatisierung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Handhabungs- und Verpackungstechnik, synchrone Bewegungen</li> <li>• Ferndiagnose, z. B. mit Internettechnologien</li> <li>• Vernetzte Automatisierungssysteme</li> <li>• Digitale Bewegungssteuerung und -regelung, elektron. Getriebe, Leitachsensysteme</li> </ul> <p><b>Teil Regelungstechnik:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beobachtbarkeit und Steuerbarkeit von Systemen</li> <li>• Zustandsschätzung und Zustandsregelung</li> <li>• Methode des idealen Folgens für lineare und nichtlineare Regelstrecken</li> <li>• Entkopplungsregelung von Mehrgrößensystemen</li> </ul>
<b>Literatur:</b>	<p><b>Teil Automatisierung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• VDI2143B1 und VDI2143B2</li> <li>• Seitz, Matthias: Speicherprogram. Steuerungen, Hanser Verlag München</li> <li>• Kümmel, Fritz: Elektrische Antriebstechnik. Bd. Teil 1,2 und 3, VDE-Verlag GmbH</li> </ul> <p><b>Teil Regelungstechnik:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adamy, J.: Nichtlineare Regelungen, Springer-Verlag</li> <li>• Schulz + Graf: Regelungstechnik II, Oldenbourg-Verlag</li> </ul>

---

**Workload**

- 90 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen
  - 40 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes
  - 20 Std. Lösen von Übungsaufgaben und Beispielen
  - 70 Std. Vorbereitung v. Versuchen/Präsentationen, Erarbeiten v. Lösungen
  - 30 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten
  - 50 Std. Prüfungsvorbereitung
- = 300 Stunden / 10 Leistungspunkte**
-

## ENT4 Energiewandlung in mechatronischen Systemen

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Kremser
<b>Umfang:</b>	8 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	6 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 120 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der Grundschaltungen und einfacher Steuerverfahren netz- und selbstgeführter Stromrichter</li> <li>• Verluste, Schutz und Einsatzbereiche von Leistungshalbleitern</li> <li>• Stationäres Betriebsverhalten netz- und umrichter gespeister elektrischer Maschinen</li> <li>• Grundlagen der Antriebsregelungen</li> <li>• Grundlagen der feldorientierten Regelung von permanent erregten Synchronmaschinen</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden überblicken unterschiedliche Antriebskonzepte der Elektromobilität</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Wirkungsweise selbstgeführter Stromrichter und deren Steuerverfahren</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, Simulationsmodelle von leistungselektronischen Schaltungen aufzubauen</li> <li>• Die Studierenden verstehen die grundlegende Funktion der Feldorientierten Regelung von Asynchronmaschinen</li> <li>• –Die Studierenden können die Auswirkungen der Umrichterspeisung auf das Betriebsverhalten elektrischer Maschinen beurteilen</li> <li>• Die Studierenden können numerische Feldberechnungen vornehmen</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, die Kopplung elektrischer und mechanischer Systeme zu simulieren</li> <li>• Die Studierenden erkennen Zusammenhänge und Abhängigkeiten bei Fragen der Energieeffizienz</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raumzeigermodulation</li> <li>• Netzfilter, Ausgangsfilter</li> <li>• Umrichterbedingte Verluste, Pendelmomente</li> <li>• Torsionsschwingungen, Biegeschwingungen</li> <li>• Berechnung elektromagnetischer Felder mit FEM</li> <li>• Energetische Betrachtungen bei Antriebssträngen</li> <li>• Simulation des dynamischen Verhaltens elektrischer Maschinen und der Regelung</li> </ul>

---

**Literatur:**

- Jäger, R., Stein, E.: Leistungselektronik. Grundlagen u. Anwendungen. VDE-Verlag
- Felix Jenni, Dieter Wüest: Steuerverfahren für selbstgeführte Stromrichter. Teubner Verlag
- Muhammad H. Rashid: Power Electronics: Circuits, Devices, and Applications. Pearson Education International
- Kremser, A.: Elektrische Maschinen und Antriebe. Teubner- Verlag
- Schröder, D.: Elektrische Antriebe 1 Grundlagen. Springer- Verlag
- Schröder, D.: Elektrische Antriebe 4 Leistungselektronische Schaltungen. Springer- Verlag

---

**Workload**

- 90 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen
  - 40 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes
  - 30 Std. Lösen von Übungsaufgaben und Beispielen
  - 60 Std. Vorbereitung von Versuchen und Präsentationen, Erarbeiten von Lösungen
  - 30 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten
  - 50 Std. Prüfungsvorbereitung
- = 300 Stunden / 10 Leistungspunkte**
-

## ENT5 Intelligente Netze (smart grids)

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Graß
<b>Umfang:</b>	8 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	6 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 120 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse der Bauelemente der Leistungselektronik, Anwendung von Stromrichtergrundschaltungen</li> <li>• Kenntnisse grundlegender Steuerverfahren leistungselektronischer Systeme</li> <li>• Grundlegende Kenntnisse über Aufbau und Bemessung von Anlagen und Netzen zur elektrischen Energieübertragung und -verteilung</li> <li>• Kenntnis grundlegender Methoden und Verfahren zur Netzberechnung in Drehstromsystemen</li> <li>• Kenntnis der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen auf Leitungen - Leitungseigenschaften: Wellenwiderstand, Kopplung</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefte Kenntnisse in der Simulation von Netzen (Lastflussrechnung, Kurzschlussrechnung)</li> <li>• Fähigkeit stationäre und dynamische Vorgänge in Netzen zu simulieren und zu bewerten.</li> <li>• Fähigkeit Schutzmaßnahmen und Überspannungsschutzgeräte zu bewerten und zu bemessen</li> <li>• Fähigkeit Komponenten und Betriebsmittel in Netzen wirtschaftlich zu bewerten</li> <li>• Grundlegende Kenntnisse der Regelung elektrischer Netze und deren Stabilität</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefte Betrachtung der Lastflussrechnung und Kurzschlussrechnung</li> <li>• Simulation der Auswirkungen von Ausgleichsvorgängen bei Netzstörungen</li> <li>• Verteilte Messung und Übertragung von Netzgrößen (Smart Metering)</li> <li>• Steuerung und Regelung dezentraler Einspeisung und Abnahme elektrischer Energie</li> <li>• Prognose von Last und Dargebot regenerativer Energiequellen, Speicherung</li> <li>• Kompensation von Blindleistung und Oberschwingungen, Netzrückwirkungen und Energiequalität</li> <li>• Überlagerte Fernübertragungsnetze</li> <li>• Vertiefte Betrachtung der Anforderungen an Isolieranordnungen in Höchstspannungssystemen</li> <li>• Schutzmaßnahmen und -geräte in Drehstromnetzen</li> <li>• Ausbreitung von Überspannungen, Koordination von Überspannungsableitern</li> <li>• Energiewirtschaftliche Bewertung von Investitions- und Verlustkosten</li> </ul>

---

<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Oeding, Oswald: El. Kraftwerke und Netze, Springer-Verlag</li><li>• Schwab, A. J.: Elektroenergiesysteme, Springer-Verlag</li><li>• Heuck, Dettmann, Schultz: Elektrische Energieversorgung</li><li>• Glover, Sarma, Overbye: Power System Analysis and Design, Thomson Learning</li></ul>
<b>Workload</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 90 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen</li><li>• 40 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li><li>• 30 Std. Lösen von Übungsaufgaben und Beispielen</li><li>• 60 Std. Vorbereitung von Versuchen und Präsentationen, Erarbeiten von Lösungen</li><li>• 30 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li><li>• 50 Std. Prüfungsvorbereitung</li></ul> <p><b>= 300 Stunden / 10 Leistungspunkte</b></p>

---

## ESY4/1 Analoge Schaltungstechnik

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Klehn
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorgehensweise zur Abschätzanalyse von Schaltungen</li> <li>• Beherrschung des Schaltkreissimulators SPICE (LTSPICE)</li> <li>• OP-Verstärker, Modellierung von OP-Verstärkern</li> <li>• Grundlegende Eigenschaften rückgekoppelter Schaltungen</li> <li>• Wichtige Funktionsgrundsaltungen von BJTs und FETs</li> <li>• Grundlegendes zum Schaltverhalten von BJT- und MOS-Transistoren</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Am Ende des Kurses haben die TeilnehmerInnen eine Vielzahl von Prinzipien und Anordnungen der Analogen Schaltungstechnik an der Hand, um Projekte aus diesem Bereich fachgerecht zu bearbeiten.</li> <li>• Neben einem tieferen Verständnis der Grundfunktionen können neue Varianten und Kombinationen der Schaltungen festgelegt und dimensioniert werden.</li> <li>• Die Studierenden durchdringen komplexe Strukturen (z.B. Operationsverstärker), nicht nur auf der Funktions- sondern auch auf der Bauelementebene. Das Verhalten kann mit mathematischen Formeln und Simulationen quantifiziert werden.</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsgrundsaltungen: Übersicht/Wiederholung von Funktionsgrundsaltungen mit OP-Verstärkern, BJT- und MOS-Transistoren; Übersicht/ Wiederholung zu Methoden zur Bestimmung des Arbeitspunktes und der Eigenschaften von Transistorschaltungen im Frequenzbereich; Stabilität von rückgekoppelten Schaltungen und Ermittlung des Einflusses von Rückkopplungsmaßnahmen auf Schaltungseigenschaften; Funktionsgrundsaltungen sind u.a. Transistor-Grundsaltungen, Differenzstufen, Stromquellen, Spannungsquellen, Treiberstufen, Oszillatoren, VCOs, Mischer.</li> <li>• Phaselocked-loop Schaltkreise: Systemaufbau, Modellierung, Phasendetektoren und VCOs, Verhaltensweise, charakteristische Kenngrößen, Anwendungen.</li> <li>• AD/DA-Umsetzer: Sample&amp;hold, Abtasttheorem, Modellierung und Fehlereinflüsse, Flash-Converter, Pipeline-Strukturen, Sukzessive Approximation, Zählverfahren; Delta-Sigma Wandler.</li> <li>• Leistungsstufen: Power Supplies, Schaltnetzteile, Leistungsverstärker.</li> <li>• Störsichere Elektroniksysteme: Grundlagen der EMV und Maßnahmen zum störsicheren Aufbau von Elektroniksystemen.</li> <li>• Praktikum: Schaltungen zur Verstärkung, zur Spannungserzeugung, Oszillatoren und D/A-Wandler sollen konzipiert und simuliert werden. Daneben kann eine selbst gewählte Applikation bearbeitet werden.</li> </ul>

---

<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tietze Schenk, Schaltungstechnik, Springer Verlag, 14. überarb. und erw. Aufl. 2012</li><li>• Siegl, J. Zocher, E: „Schaltungstechnik - Analog und gemischt analog/digital“, Springer Verlag, 5. Auflage, 2014</li></ul>
-------------------	--

---

<b>Workload</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen</li><li>• 15 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li><li>• 15 Std. Bearbeiten von Übungsaufgaben</li><li>• 40 Std. Bearbeiten von Praktikumsaufgaben</li><li>• 15 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li><li>• 20 Std Prüfungsvorbereitung</li></ul> <p><b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>
-----------------	---

---

## ESY4/2 Hochfrequenzschaltungstechnik

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Janker
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefte Kenntnisse der Wechselstromtechnik</li> <li>• Grundkenntnisse über Hochfrequenz-Systeme</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden durchschauen die Transformationseigenschaften von Leitungen</li> <li>• Die Studierenden wenden Leitungstransformationen u. a. im Smith-Chart an</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, Hochfrequenz-Schaltungen zu entwickeln</li> <li>• Die Studierenden können die parasitären Eigenschaften passiver Bauelemente einschätzen</li> <li>• Die Studierenden können spezielle Hochfrequenz-Bauelemente auswählen und einsetzen</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitungen als Schaltkreiselement</li> <li>• Transformation und Anpassung von Impedanzen, Smith-Chart</li> <li>• Streu-Parameter und deren Anwendung</li> <li>• Streifenleitungen</li> <li>• Entwicklung von Transistorverstärkern im Hochfrequenzbereich</li> <li>• Rauschen und Stabilität von Verstärkern</li> <li>• Hochfrequenzeigenschaften passiver Bauelemente</li> <li>• Richtkoppler, Zirkulatoren, Mischer</li> </ul> <p><b>Praktikum</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exemplarische Entwicklung eines rauscharmen Vorverstärkers für GPS-Anwendungen</li> <li>• Design, Layout, Simulation und Optimierung mit dem HF-Simulator ADS</li> <li>• Testaufbau und Verifikation des Verstärkers</li> <li>• Messung der Streu-Parameter und der Rauschzahl</li> <li>• Verzerrungsanalyse mit einem Spektrumanalysator</li> </ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meinke, Gundlach: „Taschenbuch der Hochfrequenztechnik“, Springer-Verlag</li> <li>• Zinke, Brunswig: „Lehrbuch der Hochfrequenztechnik“, Springer-Verlag</li> </ul>
<b>Workload</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen</li> <li>• 15 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li> <li>• 15 Std. Bearbeiten von Übungen</li> <li>• 40 Std. Bearbeiten von Praktikumsaufgaben</li> <li>• 15 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li> <li>• 20 Std. Prüfungsvorbereitung</li> </ul> <p><b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>

## ESY5/1 Schaltungsintegration

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Klehn
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Halbleiterphysik</li> <li>• Elektronische Bauelemente</li> <li>• Schaltungstechnik</li> <li>• Grundlagen der Digitaltechnik</li> <li>• Rechnergestützter Schaltungsentwurf auf Schaltkreisebene (SPICE, ...)</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen den Ablauf und die Umsetzung des Full-Custom-Designs integrierter Schaltungen</li> <li>• Die Studierenden können integrierte Schaltungen für CMOS und BICMOS Schaltkreise entwerfen</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleitertechnologien, -Prozesse</li> <li>• Aufbau und Modellierung integrierter passiver Bauelemente</li> <li>• Integrierte MOS-Transistoren und BJTs</li> <li>• Parasitics</li> <li>• Entwurfszentrierung Entwurfsregeln</li> <li>• Physikalisches Layout,</li> <li>• Full-Custom Entwurfstechniken</li> <li>• Entwurf analoger und digitaler Zellen, Zell-Bibliotheken</li> <li>• Erweiterte Funktionsgrundschaltungen mit MOS- und Bipolartransistoren</li> <li>• Design for Testability; Strukturtestverfahren, Scantchnik</li> <li>• Robustes Design; Designregeln für reproduzierbares Schaltungsverhalten</li> <li>• Thermische Belastung, Wärmeableitung</li> <li>• Praktikum/Übung zur Schaltungsintegration an ausgewählten Projektbeispielen (Full-Custom-, Mixed-Signal-Design)</li> </ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siegl, J., Zocher, E.: „Schaltungstechnik - Analog und gemischt analog/digital“, Springer Verlag, 5. Auflage, 2014</li> <li>• Baker, Li, Boyce, CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, IEEE Press</li> </ul>
<b>Workload</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Übungen</li> <li>• 20 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li> <li>• 45 Std. Bearbeitung von Übungs-/Praktikumsaufgaben</li> <li>• 10 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li> <li>• 30 Std. Prüfungsvorbereitung</li> </ul> <p><b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>

## ESY5/2 IC-Produktentwicklung

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Klehn
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Halbleiterphysik,</li> <li>• Elektronischer Bauelemente</li> <li>• Digitaltechnik</li> <li>• Grundlegende analoge Schaltungen: Differenzverstärker, Stromquelle etc.</li> <li>• Rechnergestützter Schaltungsentwurf auf Schaltkreisebene (SPICE, ...)</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind mit spezifischen Entwicklungswerkzeugen (Industriestandard) vertraut und entwickeln integrierte Schaltungen.</li> <li>• Die TeilnehmerInnen entwickeln funktionale analoge und digitale Schaltungen innerhalb einer hierarchischen Architektur.</li> <li>• Teams mit 2-3 Studierenden berichten über ausgewählten Themen der aktuellen Halbleitertechnologie.</li> <li>• Neben den rein technischen Ansätzen reflektieren die Studierenden alle wesentlichen Bestandteile der Zusammenarbeit großer Gruppen. Hierzu gehören Themen der Teamleitung, Projektleitung, Marketing und des Verkaufs.</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektplanung und Organisation</li> <li>• Gegenüberstellung von Full Custom und Semi Custom Design</li> <li>• Full Custom Design Flow zur Erstellung integrierter Schaltungen</li> <li>• Full Custom Layout Flow zur Erstellung integrierter Schaltungen</li> <li>• Leckstrompfade und energiesparende Schaltungstechniken</li> <li>• Erzeugung von Maskendaten für die Fabrikation: Lithographie und OPC (Optical Proximity Correction)</li> <li>• Design for Manufacturing: 6 Sigma Design und Verifikationsstrategien</li> <li>• Strahlungsfestigkeit integrierter Schaltungen (Soft Error Rate)</li> <li>• Zuverlässigkeit und Lebensdauer integrierter Schaltungen</li> <li>• Erweiterte analoge und digitale Funktionsblöcke</li> <li>• Praktikum: Durchführung eines Entwicklungsprojektes im Team. Entwurf eines 1Mbit SRAM (Static Random Access Memory). Erstellung und Verifikation der Funktionsblöcke wie SRAM Core, Zeilen- und Spaltendecoder, Adress- und Kommandodecoder, I/O (Input/Output Schaltungen), Generatorsystem, Aufbau der Chip-Hierarchie</li> </ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• U. Tietze, Ch. Schenk, E. Gamm, Halbleiter-Schaltungstechnik, Verlag Springer, Berlin.</li> <li>• Baker, Li, Boyce, CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, IEEE Press</li> </ul>

---

<b>Workload</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Übungen</li><li>• 25 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li><li>• 45 Std. Bearbeitung von Praktikumsaufgaben</li><li>• 15 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li><li>• 20 Std. Prüfungsvorbereitung</li></ul>
	<b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b>

---

## ESY6 Systementwurf

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Mahr
<b>Umfang:</b>	8 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	4 SWS seminaristischer Unterricht + 4 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse in Digitaltechnik, Elektronik, Schaltungstechnik und Mikrocomputer-technik:</li> <li>• Zahlensysteme, Mikrocontroller Grundlagen, On-Board/On-Chip Speicher, Grundlegende I/O-Module</li> <li>• Vertiefte Kenntnisse in C-Programmierung, Grundkenntnisse in einer objektorientierten Programmiersprache, wie z.B. C++</li> <li>• Grundkenntnisse in Multitasking-Systemen, Betriebssystemen, Scheduling Methoden und Multithreading-Anwendungen</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zur Analyse und fachlichen Verfeinerung der technischen Anforderungen an ein System zur Umsetzung in ein Mikrocontroller Design in Hard- und Software</li> <li>• Fähigkeit zur Dekomposition eines Systems in HW- und SW-Komponenten</li> <li>• Fähigkeit zur modellbasierten Systementwicklung mit UML und SysML</li> <li>• Vertiefte Kenntnisse für den Entwurf und die Entwicklung von kooperierenden Hardware- und Softwarekomponenten</li> <li>• Fähigkeit zur systematischen Hardware-Software-Partitionierung</li> <li>• Verständnis der besonderen Anforderungen an Embedded und Echtzeit-Systeme</li> <li>• Einarbeitung in einen ausgewählten Embedded Controller und ausgewählter I/O-Module</li> <li>• Kennenlernen der Konzepte und Anforderungen an Software für parallele Architekturen</li> <li>• Anwendung von Methoden zur Leistungssteigerung durch parallele Programme</li> <li>• Fähigkeit zum Entwurf, zur Realisierung und zum Test paralleler Anwendungs-Software für Multicore-Prozessoren</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung komplexer Systeme: Herausforderungen und Lösungen</li> <li>• Modellbasierte Analyse und Architektur eines Systems bestehend aus Hardware- und Software-Komponenten mit UML und SysML</li> <li>• Modellbasierte automatische Codegenerierung für hybride Systeme</li> <li>• Zielarchitekturen für Hardware- und Software-Systeme</li> <li>• Systementwurf – Methoden und Modelle</li> <li>• Systempartitionierung, Modellierungskonzepte, Abstraktionsebenen</li> <li>• Abschätzung der Entwurfsqualität, Entwurfstechniken und Entwurfsabläufe</li> <li>• Emulation und Rapid-Prototyping, Hardware-Software-Co-Verifikation</li> <li>• Kommunikationsmodelle</li> <li>• Spezielle Mikrocontroller Module wie z.B Taktkontrolle, Low Power Modi und Brown Out Detection</li> </ul>

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Praktische Arbeiten am speziell hierfür entwickelten Trainingsrechner efiCAN</li><li>• Konzepte, Modelle und Architekturen zur parallelen Verarbeitung</li><li>• Allgemeine Konzepte für parallele Programme, Thread-Programmierung</li><li>• Parallele Programmierung mit Threads, OpenMP und Bibliotheken für parallele Abläufe</li></ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Buch: Rupp C., Queins S., Zengler B.: UML 2 glasklar. Praxiswissen für die UML-Modellierung, Hanser Fachbuch, 2007</li><li>• Skriptum: Mahr, T.: Modellbasierte Systementwicklung, Skriptum zur Vorlesung</li><li>• Buch: Teich, J.: Digitale Hardware/Software-Systeme, Springer Verlag, 2007, 2. Auflage, ISBN 978-3-540-46822-6</li><li>• Skriptum: Bäsig, J.: Anwendungsorientierter Systementwurf für kooperierende Hardware- und Softwarekomponenten, Skriptum zur Vorlesung</li><li>• Buch: Urbanek Peter: Embedded Systems, HSU-Verlag, 2007</li><li>• Bücher: Rauber T., Rürger G.: Multicore: Parallele Programmierung; Springer 2008, Hoffmann S., Lienhart R.: OpenMP; Springer 2008, Breshears C.: The Art of Concurrency; O'Reilly Media 2009</li></ul>
<b>Workload</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 90 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen</li><li>• 35 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li><li>• 15 Std. Bearbeiten von Übungsaufgaben und Beispielen</li><li>• 80 Std. Erstellung von Übungsprogrammen und Programmlösungen</li><li>• 30 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li><li>• 50 Std Prüfungsvorbereitung</li></ul> <p>= <b>300 Stunden / 10 Leistungspunkte</b></p>

---

## INF4/1 Algorithmen und Datenstrukturen

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Hofmann
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beherrschen der prozeduralen Programmiersprache C</li> <li>• Beherrschen einer objektorientierten Programmiersprache (C++ oder Java)</li> <li>• Grundlegende Kenntnisse des Betriebssystems Linux bzw. Unix</li> <li>• Kenntnisse über einfache Datenstrukturen wie Arrays, verkettete Liste und Binärbäume</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen und implementieren grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen</li> <li>• Die Studierenden wenden die Automatentheorie und formale Sprachen an</li> <li>• Die Studierenden nutzen Methoden der Datenkompression, Kryptografie und Graphentheorie</li> <li>• Die Studierenden analysieren die Komplexität von Algorithmen</li> <li>• Die Studierenden wählen geeignete Algorithmen und Datenstrukturen bei konkreten Problemstellungen aus</li> <li>• Die Studierenden optimieren Algorithmen</li> <li>• Die Studierenden erstellen Scanner und Parser zu jeder spezifischen Syntax</li> <li>• Die Studierenden lösen komplexe Problem mittels Backtracking</li> <li>• Die Studierenden wenden Verfahren zur Abstraktion von Daten an</li> <li>• Die Studierenden implementieren Algorithmen in C, C++ und Java</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arten von Algorithmen (iterative Algorithmen, rekursive Algorithmen, dynamische Programmierung, Greedy-Algorithmen, randomisierte Algorithmen, heuristische Algorithmen, genetische Algorithmen)</li> <li>• Komplexität von Algorithmen (O-Notation zu Zeit- und Speicheraufwand mit Beispielen zu linearen, quadratischen, kubischen, exponentiellen und faktoriellen Algorithmen)</li> <li>• Gesichtspunkte bei der Wahl von Algorithmen</li> <li>• Optimierung von Algorithmen</li> <li>• Grundlegende Datenstrukturen (einfach und doppelt verkettete Listen, Ringlisten, Stacks, Queues, Dequeues, abstrakte Datentypen)</li> <li>• Grundlegendes zu Bäumen (Definitionen zu Bäumen, binäre Bäume (iterative Realisierung/Traversierung von binären Bäumen),</li> <li>• Lineare Rekursion (rekursiver Auf- und Abstieg, linear rekursive mathematische Funktionen, Schachtelungsmethode)</li> </ul>

- Baumrekursion (nicht-lineare rekursive mathematische Funktionen, rekursive Realisierung/Traversierung von Binärbäumen, Baumrekursion bei Bäumen mit mehr als zwei Zweigen (Lindenmayer-Systeme))
- Beseitigung von Rekursion
- Laufzeitanalyse für Rekursion
- Backtracking (Acht Damen-Problem, Sudoku, Suchen in Labyrinth usw.)
- Elementare Sortieralgorithmen (Bubble-, Insert-, Select-, Bucket- und Shell-Sort)
- Standard-Quicksort (mit Laufzeitanalyse,)
- Quicksort-Varianten (nicht rekursiver Quicksort, Insert-Sort für kleine Teilarrays, randomisierter Quicksort, Median-of-Three Partitionierung, rekursiver und iterativer Median-Quicksort)
- Mergesort (rekursiver/nichtrekursiver Mergesort für Arrays und verkettete Listen)
- Prioritätswarteschlangen und der Heapsort
- Radix Sort
- Graphen (Breitensuche, Tiefensuche, minimal aufspannende Bäume, kürzeste Pfade, transitive Hülle, maximaler Fluss)
- Lineare Programmierung (Simplex-Algorithmus)
- Suchen von Mustern in Sequenzen (Boyer-Moore-Algorithmus, Rabin-Karp-Algorithmus, Knuth-Morris-Pratt-Algorithmus, Phonetisches Suchen)
- Datenkompression (Shannon-Fano-Kodierung, Huffman-Kodierung, Arithmetische Kodierung,
- Lempel-Ziv-Kodierungen
- Kryptografie (Cäsar-Chiffre, Vigenere-Verschlüsselung, Verschlüsselung mittels Zufallsfolgen
- Zufallszahlen (lineare und additive Kongruenz, Chi-Quadrat-Test, Poker-Test, PI-Test, Run-Test, Periodensucher)
- Automatentheorie und formale Sprachen (lexikalische und syntaktische Analyse, reguläre Sprachen und endliche Automaten, Werkzeuge lex und yacc, Phasen eines Compilers)

---

**Literatur:**

- Datenstrukturen und Algorithmen; Skriptum Helmut Herold
- Algorithmen; Robert Sedgewick; Pearson Studium 2002

---

**Workload**

- 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen
- 20 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes
- 15 Std. Vorbereitung von Versuchen und Präsentationen
- 30 Std. Erstellung von Lösungen und Ausarbeitungen
- 15 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten
- 25 Std. Prüfungsvorbereitung

**= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte**

---

## INF4/2 Low Level und Seminumerische Algorithmen

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Arndt
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgeprägte Fähigkeit zum Programmieren</li> <li>• Kenntnisse elementarer Datenstrukturen (z. B. linked list, FIFO, LIFO)</li> <li>• Beherrschen der Programmiersprache C</li> <li>• Grundkenntnisse in C++ (einfache Klassen und Methoden)</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden durchblicken prototypische "low level" Problemstellungen und deren Lösungsansätze</li> <li>• Die Studierenden identifizieren den zu einem konkreten Problem geeigneten algorithmischen Ansatz.</li> <li>• Die Studierenden implementieren selbständig Algorithmen</li> <li>• Die Studierenden bewerten und verbessern die Qualität einer gegebenen Implementation</li> <li>• Die Studierenden bewerten und verbessern die Performance (sowohl asymptotisch als auch praktisch) einer gegebenen Implementation</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<p>Wichtiger HINWEIS: es wird eine AUSWAHL der im Folgenden genannten Themen behandelt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit-wizardry: Techniken und Tricks für effiziente Operationen auf Register-Wörtern.</li> <li>• Elementare kombinatorische Problemstellungen: Festlegen der konkreten Darstellung und Ordnung. Generation, ranking und unranking, gleichverteilte Zufallserzeugung. Kombinatorische Gray codes and O(1) Algorithmen. Tricks zur Optimierung, wie sentinel Technik und easy case.</li> <li>• Elementare Operationen fuer Permutationen: Darstellungsform, Inversion und Komposition. Zykelstruktur der Permutationen.</li> <li>• Binäre Polynome und binäre endlichen Körper (<math>GF(2^n)</math>): Polynomarithmetik. Irreduzibilität von Polynomen. Multiplikative Ordnung und Arithmetik in <math>GF(2^n)</math>. Normale Polynome und Normalbasen.</li> <li>• Linear feedback shift registers (LFSR) und deren Perioden. m-Sequenzen und de Bruijn Sequenzen. Feedback carry shift registers (FCSR).</li> <li>• Fourier und Hartley Transformationen, Faltungseigenschaft und Verbindung mit Polynom-Multiplikation. Out-of-core ("mass storage") Methode fuer die FFT. Walsh-Hadamard transform und der Kronecker Produkt Formalismus.</li> <li>• Hoch-präzisions Arithmetik mit nahe-optimaler Asymptotik: Multiplikation mittels splitting (Karatsuba, Toom-Cook). FFT-Multiplikation, komplexe FFT versus exakte FFT. Iterative Methoden fuer Inversion und n-te Wurzeln. Die "rectangular" Methode zur Berechnung von Potenzreihen.</li> <li>• Low-resource Arithmetik: shift-add und CORDIC Algorithmen.</li> </ul>

- 
- Iterative Lösung von nichtlinearen Gleichungen: Die Newton Methode und ihre Verallgemeinerungen höherer Ordnung (Householder, Schröder, und deren Pade-Interpolationen).
  - Iterative Berechnung mit Matrizen: Moore-Penrose Inverse, SVD, Quadratwurzel, polar decomposition, matrix sign, Re-orthogonalisierung.
  - Nicht-standard Darstellungen von Zahlen: Faktorielle Basis, Zeckendorf Darstellung, Basis (-2), Basis (-1+i), sparse binary (d.h., Basis (2) mit Ziffern 0, +1, und -1). Dazugehörige Operationen wie Inkrement und Addition.
  - Flaechenfuellende Kurven und Lindenmayer Systeme: Z-Kurve, Hilbert Kurve, Peano Kurve, paper-folding Sequenzen und Heighway dragon, twin-dragon, und terdragon. Lindenmayer-Systeme zur einfachen Erzeugung.
- 

**Literatur:**

- J. Arndt: Matters Computational. Siehe <http://jjj.de/fxt/#fxbook>
  - R. P. Brent, P. Zimmermann: Modern Computer Arithmetic.
  - Siehe <http://maths-people.anu.edu.au/~brent/pub/pub226.html>
  - T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein: Introduction to Algorithms.
  - J. von zur Gathen, J. Gerhard: Modern Computer Algebra.
  - D. Knuth: The Art of Computer Programming, vol.2, Seminumerical Algorithms.
  - D. Knuth: The Art of Computer Programming, vol.4A, Combinatorial Algorithms, Part 1.
  - J.-M. Muller: Elementary Functions: Algorithms and Implementation.
  - Henry S. Warren, Jr.: Hacker's delight.
- 

**Workload**

- 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Übungen
- 15 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes
- 45 Std. Erstellung von Übungsprogrammen und Programmlösungen
- 25 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten
- 20 Std Prüfungsvorbereitung

**= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte**

---

## INF5 Digitale Signalverarbeitung

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Kornagel
<b>Umfang:</b>	8 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	4 SWS seminaristischer Unterricht + 4 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung determinierter Signale und Systeme in Zeit- und Frequenzbereich (Fourier-, Diskrete Fourier-, Laplace- und z-Transformation, Differential- und Differenzgleichungen, Übertragungsfunktion, Frequenzgang)</li> <li>• Grundlegende Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung</li> <li>• Grundlegende Kenntnisse in Mikrocomputertechnik und Programmierung</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden wenden die wichtigsten Analyse- und Beschreibungsarten für zeitdiskrete Signale sowie Analyse-, Beschreibungs- und Entwurfsmethoden für zeitdiskrete Systeme an</li> <li>• Die Studierenden nutzen grundlegende Methoden der Multiraten- und der MD-Signalverarbeitung</li> <li>• Die Studierenden wählen dem Einsatzzweck angemessene Verfahren aus</li> <li>• Die Studierenden durchblicken die wichtigsten Realisierungsaspekte der digitalen Signalverarbeitung</li> <li>• Die Studierenden entwickeln und wenden digitale Signalverarbeitungskomponenten und -systeme an</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fourier-, Z- und Diskrete Fourier-Transformation (Wiederholung, Vertiefung)</li> <li>• FFT und ihre Anwendungen</li> <li>• Stochastische zeitdiskrete Signale</li> <li>• Systeme: Ein-/Ausgangsbeschreibung, Zustandsbeschreibung, Strukturen, Filterentwurf, adaptive Filter</li> <li>• Multiratensignalverarbeitung</li> <li>• Mehrdimensionale Signalverarbeitung</li> <li>• Aufbau von Signalverarbeitungssystemen</li> <li>• Realisierungsoptionen</li> <li>• Entwurf von Hardware für die Digitale Signalverarbeitung</li> <li>• Architekturen von Digitalen Signalprozessoren (DSP)</li> <li>• Low-Level- und Hochsprachenprogrammierung</li> <li>• Quantisierungseffekte</li> </ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oppenheim, A. V. &amp; Schafer, R. W.; Discrete-Time Signal Processing; Prentice Hall Press, Upper Saddle River, NJ, USA; 3. Aufl.; 2010</li> <li>• Schübler, H. W., Digitale Signalverarbeitung 1; Springer, Berlin; 5. Aufl.; 2008</li> <li>• Schübler, H. W., Digitale Signalverarbeitung 2; Springer, Berlin; 1. Aufl.; 2010</li> <li>• Werner, M.; Digitale Signalverarbeitung mit MATLAB; Vieweg+Teubner, Wiesbaden; 5. Aufl.; 2012</li> <li>• Chassaing, R.: Digital Signal Processing and Applications with the C6713 and C6416 DSK; Wiley&amp;Sons, 2005</li> </ul>

- 
- Diniz, P. S. R. & da Silva, E. A. B. & Netto, S. L.: Digital Signal Processing; Cambridge University Press; 2006
  - Welch, T. B. & Wright, C. H. G. & Morrow, M. G.: Real-Time Digital Signal Processing; CRC Press; 2005
  - Skriptum und Hilfsblätter des/der Dozenten
- 

**Workload**

- 90 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen
  - 45 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes
  - 25 Std. Bearbeiten von Übungsaufgaben
  - 45 Std. Vorbereitung und Dokumentation von Versuchen
  - 45 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten
  - 50 Std Prüfungsvorbereitung
- = 300 Stunden / 10 Leistungspunkte**
-

## INF6/1 Prototyping im Software Engineering

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Jakobi
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Kenntnisse in Software-Technologie (UML, Design-Pattern)</li> <li>• Hilfreich: Mitarbeit in einem Softwareentwicklungsprojekt</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsicht in Notwendigkeit und Zielsetzung von Software Quality Engineering</li> <li>• Fähigkeit System- und User-Anforderungen zu erfassen und zu dokumentieren</li> <li>• Kenntnis über Softwarefehler (Entstehung, Kosten)</li> <li>• Kenntnis über Einsatzbereiche von Prototyping im Software Engineering</li> <li>• Fähigkeit zur Auswahl und Anwendung von Kreativitäts-Methoden zur Generierung von Prototypen</li> <li>• Kenntnis der wichtigsten Design Pattern für UI-Prototyping</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Softwarefehler (Ursachen und Gründe für Software und menschliche Fehler)</li> <li>• Normen, Standards, Richtlinien für UI-Design</li> <li>• Nutzungskontextanalyse, qualitative und quantitative Erhebungsmethoden</li> <li>• Kognitions- und verhaltenswissenschaftliche Grundlagen</li> <li>• Kreativitätstechniken zum Explorieren von Design-Räumen</li> <li>• Methoden und Werkzeuge für Prototyping Software unterschiedlicher Reife</li> <li>• Besonderheiten in spezifischen Interaktionsschnittstellen</li> </ul>
<b>Literatur (Auszug):</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coleman, B., Goodwin, D. (2017). Designing UX: Prototyping: Because Modern Design is Never Static. Australien: SitePoint.</li> <li>• Buxton, B., Buxton, W. (2007). Sketching User Experiences: Getting the Design Right and the Right Design. Niederlande: Elsevier Science.</li> <li>• Chris Rupp, editor. Requirements - Engineering und - Management - Professionelle, iterative Anforderungsanalyse für die Praxis. Hanser Verlag, München, 2001</li> <li>• Measuring The User Experience, Tom Tullis, Bill Albert, Verlag: Morgan Kaufmann, 1.Auflage 2008</li> </ul>
<b>Workload:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Übungen</li> <li>• 15 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li> <li>• 45 Std. Erstellung von Übungsprogrammen und Programmlösungen</li> <li>• 25 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li> <li>• 20 Std Prüfungsvorbereitung</li> </ul> <p><b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>

## INF6/2 Usability Engineering

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Harms
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Kenntnisse in Software-Technologie (UML, Design-Pattern)</li> <li>• Hilfreich: Mitarbeit in einem Softwareentwicklungsprojekt / Entwicklung einer WebApplikation</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden setzen Methoden und Konzepte des Usability Engineering ein.</li> <li>• Die Studierenden beurteilen dialogorientierte Systeme aus softwareergonomischer Sicht</li> <li>• Die Studierenden können Usability Engineering in Software-Entwicklungsprozesse in unternehmerischer Praxis, insb. Rollenverteilung und agiles Arbeiten einbringen</li> <li>• Die Studierenden beherrschen die Grundprinzipien der Usability Evaluation / des Usabilitytests und anderer phasenspezifischer Testmethoden und führen diese durch</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normen, Standards, Richtlinien für menschenzentrierte Gestaltung</li> <li>• Methoden zur Dokumentation des Nutzungskontextes und von Nutzeranforderungen</li> <li>• Experten- und nutzerorientierte Methoden und Vorgehensweisen zur Usability Evaluation / zum Usability Test</li> <li>• Einbindung von Usability Engineering in der Praxis</li> </ul>
<b>Literatur (Auszug):</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Florian Sardornik, Henning Brau, Methoden der Usability Evaluation: Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendung [Broschiert], Verlag: Huber, Bern; Auflage: 2. Auflage. (26. Januar 2011)</li> <li>• Christian Moser: User Experience Design - Mit erlebniszentrierter Softwareentwicklung zu Produkten, die begeistern. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012</li> <li>• Michael Richter, Markus D. Flückiger: Usability und UX kompakt - Produkte für Menschen. Springer Vieweg, 2016</li> <li>• Steve Krug, Don't Make Me Think, Verlag: New Riders, 2. Auflage 2006</li> </ul>
<b>Workload:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Übungen</li> <li>• 15 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li> <li>• 45 Std. Erstellung von Übungsprogrammen und Programmlösungen</li> <li>• 25 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li> <li>• 20 Std Prüfungsvorbereitung</li> </ul> <p><b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>

## KOM4/1 Software Defined Radio

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Lauterbach
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Kenntnisse in Hochfrequenztechnik/Funkübertragung,</li> <li>• Grundlegende Kenntnisse der Nachrichtentechnik.</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis des Aufbaus und der Wirkungsweise von Hochfrequenzsystemen,</li> <li>• Fähigkeit zur Beurteilung von HF-Systemen im Hinblick auf Empfindlichkeit, Rauschen, Dynamikbereich, Intermodulation, unerwünschte Aussendungen,</li> <li>• Verständnis der Einsatzmöglichkeiten von Software-Defined-Radio (SDR) – Modulen für verschiedene Funkanwendungen,</li> <li>• Auswahl von Übertragungsverfahren und Hardwarekomponenten für Low Power Wide Area Networks (LPWAN) im Umfeld von Internet of Things (IoT) und Industry 4.0</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<p><b>Vorlesung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Software-Defined-Radio (SDR),</li> <li>• Konzepte für die HF-Komponenten von SDR,</li> <li>• Multimode-Empfänger Front-End-Architekturen: Verstärkung, Filterung, Frequenzumsetzung, Digitalisierung,</li> <li>• Multimode-Sender: D/A-Umsetzung, Frequenzumsetzung, Verstärkung, Filterung,</li> <li>• Funkübertragung in Wireless Sensor Networks/Low Power Wide Area Networks</li> </ul> <p><b>Praktikum:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messtechnische Charakterisierung von HF-Systemen, z.B. Verstärker, PLL-Oszillatoren, Filter, Mischer, SDR-Komponenten</li> <li>• Programmierung eines SDR-Transceivers</li> <li>• Einsatz eines SDR-Transceivers in beispielhaften Funkanwendungen</li> <li>• Untersuchungen von Eigenschaften und Leistungsmerkmalen eines LPWAN-Testfelds</li> </ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Tuttlebee (Ed.), Software defined radio – Enabling Technologies, Wiley 2002</li> <li>• A. Heuberger, E. Gamm, Software Defined Radio – Systeme für die Telemetrie, Springer 2017</li> <li>• B.S. Chaudhari, M. Zennaro, LPWAN Technologies for IoT and M2M Applications, Elsevier Academic Press 2020</li> </ul>
<b>Workload:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Übungen</li> <li>• 20 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li> <li>• 45 Std. Aufbau und Analyse von Testschaltungen mittels Simulation, Messung und Datenauswertung</li> <li>• 15 Std. Literaturstudium, freies Arbeiten, ggf. Exkursion</li> <li>• 25 Std. Prüfungsvorbereitung</li> </ul> <p><b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>

## KOM4/2 Photonische Netze

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Ziemann
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	4 SWS seminaristischer Unterricht
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Kenntnisse in Hochfrequenztechnik</li> <li>• Grundlegende Kenntnisse über Modulationsverfahren in der Nachrichtentechnik</li> <li>• Kenntnisse in technischer Optik</li> <li>• Grundlegendes Wissen über die Methoden der Lichtausbreitung und die wichtigsten Verfahren der Nachrichtentechnik</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden überblicken die Methoden der Datenkommunikation auf optischen Fasern, insbesondere der Einmodenfasern.</li> <li>• Die Studierenden begreifen die wichtigsten Eigenschaften verschiedener optischer Fasern (Einmoden- und Mehrmodenglasfasern, Hybridfasern, Polymerfasern, mikrostrukturierte Fasern) wie Dämpfung, Dispersion und nichtlineare Effekte.</li> <li>• Die Studierenden berechnen die Bandbreite optischer Fasern anhand ihrer optischen Parameter</li> <li>• Die Studierenden können verschiedene passive (Koppler, Stecker, Filter) und aktive (Sendedioden, Photodioden, Modulatoren, Schalter) optische Komponenten einsetzen und deren Funktionen nutzen</li> <li>• Die Studierenden erfassen die Funktionsweise optischer Verstärker (EDFA, Raman, SOA usw.) und überblicken die Auswirkungen nichtlinearer Effekte (z. B. Solitonen)</li> <li>• Die Studierenden stellen einfache Leistungsbilanzen in optischen Systemen auf</li> <li>• Die Studierenden haben einen Überblick über optische Standard-Übertragungsverfahren und Modulationstechniken, ebenso über spezielle Systeme (Überlagerungsempfang, Freistrahlsysteme)</li> <li>• Die Studierenden begreifen, wie in heutigen Netzen von Bitraten von 100 Gbit/s und mehr pro Wellenlängen-Kanal erreicht werden können</li> <li>• Die Studierenden legen optische Kurzstreckenübertragungen aus, z. B. Fahrzeugnetze, In-Haus-Netze, optische Wellenleiter</li> <li>• Die Studierenden wenden optische Datenübertragung am Beispiel der Fernnetze an (ozeanische Systeme, SDH-Systeme, WDM- und OTN-Techniken)</li> </ul>

---

**Inhalte:**

- Prinzip, Aufbau, Eigenschaften und Herstellung optischer Fasern und Wellenleiter
- Übertragungseigenschaften (Dämpfung, Dispersion, nichtlineare Effekte)
- Einsatzbereiche der verschiedenen Arten, Funktionsweise und charakteristische Daten von optoelektronischen Komponenten (LED und Laserdioden, PIN-Dioden)
- passive faseroptische Komponenten (Stecker, Filter, Koppler)
- Grundschaltungen und -systeme der optischen Übertragungstechnik
- Wellenlängenmultiplexsysteme und transparente optische Netze
- Nichtlineare Effekte in Fasern (FWM, SPM und XPM usw.)
- optische Kurzstreckenkommunikation (In-Haus- und Fahrzeugnetze, Interconnection)
- Systemkonfigurationen und Leistungsbilanzen
- optische Verstärker (Raman, EDFA, SOA usw.)
- Breitband-Netztechnologien auf Kabelnetzen
- terrestrisches, Satelliten- und Kabelfernsehen im Vergleich; analoges und digitales Fernsehen; HFC-Konzepte; ADSL und VDSL im Vergleich;
- Satelliten- und Funksysteme, LEO, GEO und MEO im Vergleich; Satellitenfernsehen; Sky-DSL; Konzepte für Breitbandfunk; terrestrische Funksysteme
- Methoden zur Kompensation von Bandbegrenzungen
- Spezialfasern (z.B. biegeunempfindliche Fasern, mikrostrukturierte Fasern, MIR-Fasern)

---

**Literatur:**

- H. Hultzsich: "Optische Telekommunikationssysteme", Damm-Verlag 1996
- A. Mertz, M. Pollakowski: "xDSL & Access Networks", Prentice Hall, 2000
- U. Queck: "Kupferkabel für Kommunikationsaufgaben", Richard Pflaum Verlag GmbH & Co. KG München, 2000
- L. Starke: Grundlagen der Funk- und Kommunikationstechnik", Hüthing Verlag Heidelberg, 1996
- G. Siegmund: "Intelligente Netze", Hüthing Verlag Heidelberg 2001
- W.-D. Haaß: "Handbuch der Kommunikationsnetze", Springer Verlag Berlin 1997
- Voges, Petermann "Optische Nachrichtentechnik", Springer 2002
- H. Hultzsich: "Optische Telekommunikationssysteme", Damm-Verlag 1996
- F. Pedrotti, L. Pedrotti, W. Bausch, H. Schmidt: "Optik für Ingenieure"
- W. Daum, J. Krauser, P. E. Zamzow, O. Ziemann: "POF - Optische Polymerfasern für die Datenkommunikation", Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001
- O. Ziemann et. al.: „POF - Optische Polymerfasern - Handbuch für die optische Kurzstreckenkommunikation“, Springer 2007

---

**Workload:**

- 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen
- 15 Std. Bearbeitung von Übungsaufgaben und Beispielen in den Vorlesungen
- 20 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes
- 45 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten
- 25 Std Prüfungsvorbereitung

**= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte**

---

## KOM5/1 HF-Kommunikationssysteme

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Janker
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	4 SWS seminaristischer Unterricht
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Kenntnisse in Hochfrequenztechnik</li> <li>• Grundlegende Kenntnisse über Modulationsverfahren in der Nachrichtentechnik</li> <li>• Grundlegende Kenntnisse über Protokollmodelle (OSI)</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die unterschiedlichen Anforderungen an terrestrische Nah- bzw. Weitbereichs-sowie satellitengestützte Funkssysteme</li> <li>• Die Studierenden erkennen typische Störungen (Fading, Interferenz, ...) auf dem Funkkanal</li> <li>• Die Studierenden setzen spezifische Methoden zur Verminderung des Einflusses dieser Störungen ein</li> <li>• Die Studierenden stellen Pegel-Diagramme auf und extrahieren die Anforderungen an einzelne Komponenten daraus</li> <li>• Die Studierenden überblicken die wichtigsten Komponenten eines HF-Systems</li> <li>• Die Studierenden beurteilen und spezifizieren HF-Komponenten</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<p>An den Beispielen Mobilfunk, Satellitenfunk und WLAN/Bluetooth wird gezeigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausbreitungsverhalten von Funkkanälen</li> <li>• Spezifische Anforderungen an die einzelnen Funkdienste</li> <li>• Pegeldiagramme unter Berücksichtigung des Rauschens</li> <li>• Multiplexing (FDMA, TDMA, CDMA), Modulation (GMSK, QPSK, QAM, ...)</li> <li>• Spezifische Ausbreitungsphänomene wie Fading, Mehrwege-Empfang, Interferenz, ...</li> <li>• Spezifische Maßnahmen zur Verminderung des Einflusses dieser Phänomene</li> <li>• Wesentliche Merkmale von HF-Komponenten (Oszillatoren, Verstärker, Mischer, Antennen, ...)</li> </ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mouly, Pautet: „The GSM System for Mobile Communications“, Eigenverlag</li> <li>• Holma, Toskala: „WCDMA for UMTS“, J. Wiley</li> <li>• Dahlmann et al.: “3G Evolution – HSPA and LTE for Mobile Broadband”, Academic Press</li> <li>• Dodel, Eberle: “Die Satellitenkommunikation”, Springer Verlag</li> <li>• Gessler, Krause: „Wireless-Netzwerke für den Nahbereich“, Vieweg + Teubner Verlag</li> </ul>
<b>Workload:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen</li> <li>• 35 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li> <li>• 20 Std. Bearbeitung von Übungsaufgaben und Beispielen</li> <li>• 25 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li> <li>• 25 Std. Prüfungsvorbereitung</li> </ul> <p><b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>

## KOM5/2 Ausgewählte Kapitel der Signalverarbeitung

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Carl
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im MAPR</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemtheorie-/Signalverarbeitungs-Kenntnisse: Analyse und Beschreibung zeitdiskreter Signale und Systeme in Zeit- und Frequenzbereich</li> <li>• Datenübertragungsgrundkenntnisse</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die Prinzipien der digitalen Übertragungstechnik (äquivalente Bandpass-/Tiefpass-Repräsentation, einfache Kanalmodelle, lineare/nicht-lineare Modulationsverfahren, Entzerrungsmethoden, Synchronisationsansätze, OFDM)</li> <li>• Die Studierenden setzen die in digitalen Übertragungssystemen (z. B. in Software-Defined Radio) verwendeten Signalverarbeitungs-Algorithmen (AD-/DA-Umsetzung, Bandpassabtastung, Multiratensignalverarbeitung, digitale Mischung, komplexwertige Signalverarbeitung, Fractional-Delay-Filter, adaptive Filter) ein</li> <li>• Die Studierenden beurteilen und wählen diese Methoden aus</li> <li>• Die Studierenden überblicken Ansätze zur effizienten Realisierung digitaler Übertragungssysteme</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung: signal- und systemtheoretische Grundlagen, Grundlagen der digitalen Übertragungstechnik</li> <li>• Effiziente Methoden zur Abwärtsmischung</li> <li>• Multiratensysteme (Theorie, Implementierungsaspekte)</li> <li>• Asynchrones parametrierbares Resampling</li> <li>• Entwurfsmethoden für lineare/nichtlineare Entzerrer</li> <li>• Optimale Detektion von Datenfolgen mittels Viterbi-Algorithmus</li> <li>• Adaptive Filter</li> <li>• Verfahren zur Schätzung von Synchronisationsparametern</li> <li>• Realisierungsaspekte bei OFDM-Systemen</li> </ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proakis, J. G.; Digital Communications; McGraw-Hill, New York; 4. Aufl.; 2000</li> <li>• Kammeyer, K.-D.; Nachrichtenübertragung; Vieweg+Teubner, Wiesbaden; 8. Aufl.; 2011</li> <li>• Kammeyer, K.-D.; Kroschel, K.; Digitale Signalverarbeitung; Springer Vieweg, Wiesbaden; 8. Aufl.; 2012</li> <li>• Skriptum des Dozenten</li> </ul>
<b>Workload:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen</li> <li>• 25 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li> <li>• 20 Std. Bearbeitung von Übungsaufgaben und Beispielen</li> <li>• 15 Std. Vorbereitung von Versuchen und Erstellung von Ausarbeitungen</li> <li>• 20 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li> <li>• 25 Std Prüfungsvorbereitung</li> </ul> <p><b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>

## MDT4 Multimodale Bildgebung

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Zwanger
<b>Umfang:</b>	8 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	6 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 120 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Signalverarbeitung</li> <li>• Objektorientierte Programmierung</li> <li>• Physik</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes Verständnis von Gerätetechnologien unterschiedlicher radiologischer Modalitäten: CT, MR, diagnostischer und therapeutischer Ultraschall, Stoßwellen sowie von multimodalen Anlagen mit PET/CT, PET/MR, SPECT/CT</li> <li>• Verständnis der Ortskodierung bei der MRT</li> <li>• Die Fouriertransformation wird als grundlegendes mathematisches Prinzip für die Datenauswertung begriffen. Die Standard-Techniken werden am Beispiel des k-Raums eingesetzt, können dann aber auch auf andere Anwendungen übertragen werden.</li> <li>• Mathematisches Verständnis der Grundlagen der Algorithmen für die Berechnung von CT-, PET- und SPECT-Bildern</li> <li>• Fähigkeit, mathematische Integraltransformationen auf einen diskreten Algorithmus übertragen zu können.</li> <li>• Fähigkeit, Bildrekonstruktionsalgorithmen für CT und MRT in ihrer einfachsten Form selbst zu implementieren bzw. modifizieren</li> <li>• Fähigkeit zur Analyse von einfachen Bild-Artefakten</li> <li>• Die Studierenden setzen die 2-dimensionale Darstellung von Volumendaten ein.</li> <li>• Verständnis der Fusion von Bilddaten unterschiedlicher Modalitäten (2- und 3-dimensional)</li> <li>• Die Studierenden nutzen die Volumendarstellung durch Marching Cubes und Raycasting</li> <li>• Praktische Fähigkeit der Erstellung von Transferfunktionen für die 3-D-Visualisierung</li> <li>• Die Studierenden registrieren Datensätze derselben Modalität und unterschiedlicher Modalitäten.</li> <li>• Die Studierenden stellen Bilder von Dual-Energy-CT-Daten dar und gewinnen daraus Informationen.</li> <li>• Die Studierenden überblicken medizinische Workflows.</li> <li>• Fähigkeit zur Anwendung von Normen und Gesetzen zur Entwicklung medizinischer Produkte</li> </ul>

---

<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Messprinzip und Bildberechnung in der Magnetresonanztomographie (MRT): Feldgradienten, k-Raum und 2D-FT</li><li>• Eigenschaften und Anwendungen der FT in 1D und 2D (Filter, Zero Filling, Oversampling, Half Fourier)</li><li>• Praktische Implementation einer MRT-Bildrekonstruktion (Praktikum)</li><li>• Computertomographie (CT): Messprinzipien, Projektionen, Radon-Transformation, Rückprojektion ohne und mit Filterung</li><li>• Praktische Implementierung einer Radon-Transformation und einer gefilterten Rückprojektion (Praktikum)</li><li>• Rekonstruktion von PET- und SPECT-Bildern</li><li>• Computertomographie (CT): Aufbau, Messprinzipien, Radon-Transformation, Implementierung der Bildrekonstruktion mit Faltungs-Rückprojektion, Spiralinterpolationsalgorithmen, Mehrzeiligkeit, Strahlauhfärtung und Aufhärtungskorrektur, Bildqualitätsaspekte, Erkennung und exemplarische Betrachtungen zur Beseitigung von Bildartefakten, Strahlendosis und Verfahren zur Dosisreduktion, Dual Source CT</li><li>• Spezielle CT-Applikationen: Cardio-CT, Dual Energy</li><li>• Magnetresonanztomographie (MR): Aufbau, Messprinzipien, Grundlagen der MR-Bildgebung: k-Raum und 2D-FFT, Eigenschaften der 2D-FT (Filter, Zero Filling, Half Fourier)</li><li>• Funktionelle Magnetresonanz (fMRI, Angiographie, Diffusionsbildgebung)</li><li>• Diagnostischer und therapeutischer Ultraschall, Stoßwellen</li><li>• Multimodale Bildgebung mit PET/CT, PET/MR, SPECT/CT</li><li>• Multiplanare Rekonstruktion, Maximum Intensity Projection von Volumendaten</li><li>• Gemeinsame Darstellung von 2 fusionierten Datensätzen</li><li>• Aufbau einer 3-dimensionalen Bilddarstellung durch Marching Cubes</li><li>• Grundprinzipien von Ray-Castern</li><li>• Regide und nicht-regide Registrierung von Datensätzen</li><li>• Mathematische Grundlagen zur Registrierung</li><li>• Anwendungsbeispiele für Registrierung von medizinischen Bilddatensätzen</li><li>• Scannertechnologien Dual-Energy-CT</li><li>• Eigenschaften von Niedrig-Energie und Hoch-Energie-Scans</li><li>• Materialzerlegung für Dual-Energy-CT</li><li>• Metallartefaktreduktion, Kontrastmitteldarstellung, Knochen-Subtraktion und weitere Beispiele von Multienergie-CT-Scannern</li><li>• Praktische Parametrierung der Volumendarstellung unterschiedlicher medizinische Datensätze.</li><li>• Betrachtung medizinischer Workflows in der Klinik</li><li>• Medizinproduktegesetz, grundlegende Anforderungen, Überblick über harmonisierte Normen, QM-Systeme, Risikomanagement</li></ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Willi A. Kalender: Computed Tomography, Publicis Corporate Publishing</li><li>• Thorsten Buzug: Computed Tomography. Springer, Berlin</li><li>• Arnulf Oppelt: Imaging Systems for Medical Diagnostics. Publicis, Erlangen</li></ul>
<b>Workload:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 90 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen</li><li>• 25 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li><li>• 35 Std. Vorbereitung von Versuchen und Präsentationen</li><li>• 20 Std. Bearbeiten und Lösen von Übungen und Beispielen</li><li>• 45 Std. Erstellung von Lösungen und Ausarbeitungen</li><li>• 40 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li><li>• 45 Std. Prüfungsvorbereitung</li></ul> <p><b>= 300 Stunden / 10 Leistungspunkte</b></p>

---

## MDT5/1 Android-Applikationen

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Mahr
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li><li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li></ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Prüfung am Rechner 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kenntnisse in der objektorientierten Programmierung mit Java oder C++</li></ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden entwickeln technische Applikationen für Android-Geräte</li></ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlegender Aufbau und Funktionsweise einer Android-Applikation</li><li>• UI-Design</li><li>• Signalverarbeitung von Sensordaten für einen Anwendungsfall aus der Medizintechnik</li></ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="http://developer.android.com">http://developer.android.com</a></li><li>• Skript</li></ul>
<b>Workload:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen</li><li>• 12 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li><li>• 18 Std. Vorbereitung von Versuchen und Präsentationen</li><li>• 10 Std. Bearbeiten und Lösen von Übungen und Beispielen</li><li>• 23 Std. Erstellung von Lösungen und Ausarbeitungen</li><li>• 17 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li><li>• 25 Std. Prüfungsvorbereitung</li></ul> <p><b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>

## MDT5/2 Maschinelles Lernen zur Anomalieerkennung

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Paulus
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse in einer prozeduralen Programmiersprache (z.B. C)</li> <li>• Grundkenntnisse in linearer Algebra und Statistik</li> <li>• Hilfreich aber nicht notwendig: Vorkenntnisse im Maschinellen Lernen</li> <li>• Hilfreich aber nicht notwendig: Vorkenntnisse in Python</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen und Entwickeln von Systemen zur Erkennung von Ausreißern, Neuheiten und Auffälligkeiten (z.B. Pathologien) in Daten mithilfe Maschinellen Lernens</li> <li>• Einführung in die automatische Erkennung von Anomalien, wenn beim Bau des Systems, wie in vielen Anwendungen aus der Medizintechnik oder anderen Klassifikationsaufgaben, vorwiegend unauffällige Daten bekannt sind</li> <li>• Automatische Erkennung von Anomalien, wenn beim Bau des Systems keinerlei Informationen über die Klassenzugehörigkeit (z.B. gesund oder nicht) der Daten vorliegen</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Klassifikation von Anomalien</li> <li>• Überwachtes, halb-überwachtes und unüberwachtes Lernen</li> <li>• Klassische datengetriebene Mustererkennungsansätze und Deep Learning (tiefe neuronale Netze)</li> <li>• Novelty Detection und Outlier Detection</li> <li>• Implementierung und Evaluierung der vorgestellten Ansätze anhand praktischer Beispiele mithilfe von Tensorflow und scikit-learn unter Python</li> </ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A.: Deep Learning: <a href="http://www.deeplearningbook.org">http://www.deeplearningbook.org</a> (HTML Version) (2016)</li> <li>• Niemann, H.: Klassifikation von Mustern. 2. Überarbeitete Auflage: <a href="https://www5.cs.fau.de/fileadmin/Persons/NiemannHeinrich/klassifikation-von-mustern/m00links.html">https://www5.cs.fau.de/fileadmin/Persons/NiemannHeinrich/klassifikation-von-mustern/m00links.html</a> (2003)</li> <li>• Skript</li> </ul>
<b>Workload:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Praktika</li> <li>• 20 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li> <li>• 35 Std. Vorbereitung/Lösung von Übungsaufgaben</li> <li>• 25 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li> <li>• 25 Std. Prüfungsvorbereitung</li> </ul> <p><b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>

## MEC4/1 Planung von Produktionssystemen

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Schötz
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Konstruktion</li> <li>• Grundlagen Fertigungstechnik</li> <li>• Grundlagen Ingenieurmathematik</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, Methoden und Techniken zur Planung von Produktionsprozessen und Produktionslayouts für neue Produkte anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden können Produktionsprozesse mittels Methoden der Qualitätssicherung und des Qualitätsmanagements objektiv bewerten.</li> <li>• Die Studierenden können Methoden zur Produktionsoptimierung bedarfsgerecht auswählen und im produktionstechnischen Umfeld anwenden.</li> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Ansätze zur Realisierung einer Kreislaufwirtschaft von mechatronischen Produkten</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen (Aufbau von Produktionssystemen, Ziele in der Produktion, Fabrikplanung (VDI 5200) etc.)</li> <li>• Planung von Produktionsprozessen (Materialflussplanung, Dimensionierung etc.)</li> <li>• Layoutgestaltung (Layoutarten, Methoden zur Layoutgestaltung etc.)</li> <li>• Simulation von Produktionssystemen</li> <li>• Validierung von Prozessen in der Produktion (Qualitätsmethoden, Freigabeprozesse, Qualitätsmanagementsysteme etc.)</li> <li>• Produktionsoptimierung</li> <li>• Kreislaufwirtschaft (Remanufacturing, Recycling etc.)</li> </ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlach K.: Wertstromdesign. Der Weg zur schlanken Fabrik, Springer Vieweg, Berlin (2020)</li> <li>• Grundig C.-G.: Fabrikplanung. Planungssystematik – Methoden – Anwendungen: Carl Hanser Verlag, München, Wien (2015)</li> <li>• Schmitt R.; Pfeifer T.: Qualitätsmanagement. Strategien – Methoden – Techniken: Carl Hanser Verlag, München (2015)</li> <li>• Koke T., Kaufmann H., Schlüter M., Lohmann A., Pflug A., Konold P., Kirchner A., Kümmerer R., Schmid D.: Produktion. Technologie und Management: Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten (2013)</li> </ul>
<b>Workload:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Praktika</li> <li>• 30 Std. regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li> <li>• 30 Std. Vorbereitung von Versuchen und Erstellung von Ausarbeitungen</li> <li>• 20 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li> <li>• 25 Std. Prüfungsvorbereitung</li> </ul> <p><b>=150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>

## MEC4/2 Produktentwicklung und -gestaltung

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Pöhlau
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Konstruktion und Fertigungstechnik</li> <li>• Grundlagen Entwicklungsmethodik (VDI 2221)</li> <li>• Grundlagen CAD (kein spezifisches Programm)</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen den Produktentwicklungsprozess einschließlich wirtschaftlicher Aspekte</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, passende Methoden für den Produkt-Entwicklungsprozess zielgerichtet auszuwählen und anzuwenden</li> <li>• Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen Produktgestaltung und -eigenschaften für Anbieter und Anwender</li> <li>• Die Studierenden konstruieren mit dem erforderlichen technischen Fachwissen designrelevante Bauelemente und verstehen die Anforderungen der Designer</li> <li>• Die Studierenden setzen dabei benutzerfreundliches Gestalten und kunststoffgerechtes Konstruieren ein</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phasen im Entwicklungsprozess für mechatronische Produkte</li> <li>• Formulierung von Anforderungen an Produkte und den Entwicklungsprozess</li> <li>• Grundlagen der Kalkulation, Break-Even-Rechnung</li> <li>• Methoden des Projektmanagements</li> <li>• Design: Prozess, Ebenen und Wirkung</li> <li>• Grundlagen des benutzerfreundlichen Gestaltens</li> <li>• Kunststoffgerechtes Konstruieren: Bauteil- und Werkzeuggestaltung</li> <li>• Spritzgießsimulation (Produkt- und Prozessoptimierung)</li> </ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhard, G.: Konstruieren mit Kunststoffen, Carl Hanser Verlag, München, Wien</li> <li>• Brinkmann, T.: Produktentwicklung mit Kunststoffen, Carl Hanser Verlag, München, Wien (2010)</li> </ul>
<b>Workload:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Praktika</li> <li>• 20 Std. regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li> <li>• 45 Std. Vorbereitung von Versuchen und Erstellung von Ausarbeitungen</li> <li>• 15 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li> <li>• 25 Std. Prüfungsvorbereitung</li> </ul> <p><b>=150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>

## MEC5/1 Dynamische Systeme in der Mechatronik

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Werner
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	3 SWS seminaristischer Unterricht und 1 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der technischen Mechanik, Elektrotechnik und Ingenieurmathematik</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beschreiben dynamische Systeme</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Dynamik des mechatronischen Antriebsstrangs</li> <li>• Die Studierenden wenden Methoden zur numerischen Simulation in der Dynamik an.</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Prinzipien der Dynamik:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lagrange'sche Gleichungen</li> <li>- Anwendungen in der Mechanik, Elektrotechnik und Mechatronik</li> <li>- Modellbildung dynamischer Systeme</li> </ul> </li> <li>• <b>Dynamik des mechatronischen Antriebsstrangs:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Torsions- und Biegeschwingungen</li> <li>- Aktive Magnetlager</li> <li>- Einsatz numerischer Simulation zur Antriebsstrangauslegung</li> </ul> </li> </ul>
<b>Workload:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen</li> <li>• 17 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li> <li>• 13 Std. Lösen von Übungsaufgaben und Beispielen</li> <li>• 35 Std. Vorbereitung von Versuchen u. Präsentationen, Erarbeiten v. Lösungen</li> <li>• 15 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li> <li>• 25 Std. Prüfungsvorbereitung</li> </ul> <p><b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>

## MEC5/2 Höhere Mechanik

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Heyder
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	3 SWS seminaristischer Unterricht und 1 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der technischen Mechanik, Physik und Ingenieurmathematik</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden wenden das gesamte Grundlagenwissen der Mechanik an</li> <li>• Die Studierenden haben einen tiefen Einblick in das Verhalten mechanischer Systeme</li> <li>• Die Studierenden analysieren technische Systeme anhand mechanischer Axiome</li> <li>• Die Studierenden setzen numerische Simulationsverfahren ein und überblicken deren Möglichkeiten</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<p>Weiterführende Dynamik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoßvorgänge</li> <li>• Impuls</li> <li>• Drehimpuls</li> <li>• Kreiselgleichungen</li> <li>• kritische Drehzahlen</li> <li>• dynamisches Wuchten</li> </ul> <p>Elastostatik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schiefe Biegung</li> <li>• Torsion bei dünnwandigen Querschnitten</li> <li>• Querkraftschub</li> <li>• Energiemethoden</li> <li>• Elastizitätstheorie</li> </ul>
<b>Workload:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen</li> <li>• 17 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li> <li>• 13 Std. Lösen von Übungsaufgaben und Beispielen</li> <li>• 35 Std. Vorbereitung von Versuchen u. Präsentationen, Erarbeiten v. Lösungen</li> <li>• 15 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li> <li>• 25 Std. Prüfungsvorbereitung</li> </ul> <p><b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>

## PH04/1 Optische Systemtechnik

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Mönch
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse in technischer und physikalischer Optik</li> <li>• Kenntnisse in Messtechnik</li> <li>• Kenntnisse in Werkstofftechnik</li> <li>• Kenntnisse in Elektrotechnik</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beschreiben die Wellen- und Teilchenbeschreibung optischer Phänomene.</li> <li>• Die Studierenden leiten zentrale Eigenschaften wichtiger technisch-optischer Systeme ab und beurteilen damit deren Anwendungstauglichkeit.</li> <li>• Die Studierenden beschreiben die Funktionsweise und Eigenschaften von wichtigen Strahlungsquellen und Strahlungsempfängern.</li> <li>• Die Studierenden bewerten unterschiedliche experimentelle Methoden zur Charakterisierung optischer Systeme.</li> <li>• Die Studierenden wenden wellenoptische Zusammenhänge an, um die Funktionsweise und Abbildungsleistung optischer Systeme zu beurteilen.</li> <li>• Die Studierenden klassifizieren optische Systeme (z.B. photographische Objektive) mittels moderner messtechnischer Methoden</li> <li>• Die Studierenden evaluieren verschiedene Messmethoden zur Qualitätsbeurteilung optischer Systeme</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wellen- und strahlenoptische Modellierung von Linsensystemen und optischen Instrumenten</li> <li>• Systemtheoretische und Matrix-Methoden der Optik, Abbildungstheorie</li> <li>• Messung der paraxialen optischen Kenngrößen von Systemen</li> <li>• Theoretische Beschreibung und Messung der verschiedener Polarisationszustände von Licht</li> <li>• Mathematische Beschreibung der Kohärenz, Interferenz und Beugung</li> <li>• Messtechnische Charakterisierung von Laserstrahlung und LEDs</li> <li>• Aufbau und Messtechnik von Displays</li> </ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schröder/Treiber, Technische Optik, Vogel-Verlag 2007</li> <li>• Pedrotti et al., Optik für Ingenieure, Springer 2005</li> <li>• G. Reider: Photonik. 4. Aufl., Springer-Verlag, 2021.</li> </ul>
<b>Workload:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen</li> <li>• 20 Std. regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li> <li>• 35 Std. Erstellung von Lösungen, Ausarbeitungen und Präsentationen</li> <li>• 25 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li> <li>• 25 Std. Prüfungsvorbereitung</li> </ul> <p><b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>

## PH04/2 Laser und Faseroptik

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Braun
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	4 SWS seminaristischer Unterricht
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomphysik (Grundlagen)</li> <li>• Halbleiterphysik (Grundlagen)</li> <li>• Grundlagen der Strahlenoptik und Wellenoptik</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden überblicken den grundlegenden Zusammenhang von optischen Volumeneigenschaften mit dem mikroskopischen Aufbau</li> <li>• Die Studierenden überblicken atomare Bindungen und Energiebänder</li> <li>• Die Studierenden beschreiben angeregte Zustände im Festkörper und entsprechende energetische Übergänge</li> <li>• Die Studierenden verstehen Details des Aufbaus und der Funktionsweise verschiedener Lasertypen</li> <li>• Die Studierenden durchblicken die Eigenschaften der Laserstrahlung</li> <li>• Die Studierenden überblicken Methoden zur Beeinflussung von Weg und Form von Laserstrahlen und wenden diese an</li> <li>• Die Studierenden setzen Laserstrahlung in Anwendung mit Schwerpunkt Messtechnik ein</li> <li>• Die Studierenden wählen geeignete Laser-Messgeräte aus und setzen diese ein</li> <li>• Die Studierenden wenden holografische Grundlagen an</li> <li>• Die Studierenden verstehen Aufbau und Eigenschaften von Lichtwellenleitern</li> <li>• Die Studierenden können faseroptische Komponenten anwenden</li> <li>• Die Studierenden verstehen Systeme der optischen Datenübertragung und der faseroptischen Sensorik</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<p><b>Teil Laser:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften der Laserstrahlung</li> <li>• Grundlagen des Laseraufbaus: Aktives Medium, Laserresonator, Moden</li> <li>• Wichtige Lasertypen: He-Ne-Laser, CO<sub>2</sub>-Laser, Nd-YAG-Laser, Halbleiterlaserdioden</li> <li>• Manipulation des Laserstrahls: Ablenkung, Fokussierung, Aufweitung</li> <li>• Nicht-Interferometrische Messverfahren: Justier- und Leitstrahlverfahren, Abstandsmessverfahren</li> <li>• Interferometrische Messverfahren: Verschiedene Interferometertypen in Messtechnik und Qualitätsprüfung</li> <li>• Holografie: Prinzip der Aufnahme und Rekonstruktion von Hologrammen Holografische Interferometrie</li> </ul> <p><b>Teil Lichtwellenleiter und Faseroptik:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Strahlen- und Wellenoptik</li> <li>• Materialien: Glasfasern und polymere optische Fasern (POF)</li> <li>• Aufbau und Eigenschaften verschiedener Typen von optischen Fasern</li> <li>• Praxis der faseroptischen Steckverbinder und Fusions-Spleißtechnik</li> </ul>

- 
- Optische Faserverstärker und Faserlaser
  - Optische Datenübertragung mit POF und Glasfasern
  - Faseroptische Sensorik für Condition Monitoring von Maschinen und Bauwerken
  - LWL in der Lichttechnik und Laser-Materialbearbeitung
- 

**Literatur:**

**Teil Laser:**

- J. Eichler, H. J. Eichler, „Laser – Bauformen, Strahlführung, Anwendungen“, Springer Vieweg, 2015
- P. W. Milonni, J. H. Eberly, „Laser Physics“, Wiley & Sons, 2010
- T. Graf, „Laser – Grundlagen der Laserstrahlquellen“, Vieweg+Teubner, 2009
- W. Koechner, „Solid-State Laser Engineering“, Springer, 1999

**Teil Lichtwellenleiter und Faseroptik:**

- W. Bludau: Lichtwellenleiter in Sensorik und optischer Nachrichtentechnik. Springer Verlag, Berlin 1998
  - O. Ziemann et al.: POF-Handbuch. 2. Aufl., Springer, Berlin Heidelberg 2007
  - R. Engelbrecht: Nichtlineare Faseroptik. Springer, Berlin Heidelberg 2014
- 

**Workload:**

- 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen
- 30 Std. regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes
- 25 Std. Bearbeiten von Übungsaufgaben und Beispiele
- 25 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten
- 25 Std. Prüfungsvorbereitung

**= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte**

---

## PH05/1 LED-Beleuchtungstechnik und Licht-Simulation

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Mönch
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomphysik (Grundlagen)</li> <li>• Halbleiterphysik (Grundlagen)</li> <li>• Grundlagen der Strahlenoptik und Wellenoptik</li> <li>• Grundlagen CAD (kein spezifisches Programm)</li> <li>• Grundlagen technische Optik</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beschreiben Aufbau, Eigenschaften, Wirkungsweise und Besonderheiten von LEDs</li> <li>• Die Studierenden bearbeiten lichttechnische Aufgabenstellungen</li> <li>• Die Studierenden formulieren quantitative Zusammenhänge in der Farbmetrie und beurteilen farbmetrische Aspekte von Beleuchtungs- und Anzeigesystemen</li> <li>• Die Studierenden konstruieren LED-Beleuchtungssysteme für verschiedene Zielanwendungen und sagen deren lichttechnische und elektrische Systemeigenschaften voraus</li> <li>• Die Studierenden verstehen die neueren Entwicklungen aus dem Gebiet der LED-Beleuchtungstechnik in ihren Grundzügen und bewerten diese.</li> <li>• Die Studierenden bedienen ein Lichtsimulationsprogramm</li> <li>• Die Studierenden modellieren einfache und anspruchsvollere lichttechnische Probleme</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<p><b>Teil LED-Beleuchtungstechnik:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrie-Übersicht und Geschichte der LED</li> <li>• Größen, Einheiten und Gesetze der allgemeinen Beleuchtungstechnik</li> <li>• Erhaltung des Étendue und Bedeutung für Projekte der Lichttechnik</li> <li>• Grundlagen der Farbmetrie</li> <li>• Opto-Halbleiter-Materialien und Prozesstechnik</li> <li>• Lichtemission und strahlungslose Prozesse im Halbleiter</li> <li>• LED-Chip-Architektur</li> <li>• Komponenten und Aufbau von LEDs</li> <li>• Typische optische und elektrische Eigenschaften</li> <li>• LED-Systeme, LED-Anwendungen und Fallstudien</li> </ul> <p><b>Teil Licht-Simulation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung von Lichtquellen</li> <li>• Modellierung von Oberflächeneigenschaften (Reflexion, Transmission)</li> <li>• Modellierung von Materialeigenschaften</li> <li>• Auswerte- und Analysemethoden</li> <li>• Modellierung eines optischen Systems</li> <li>• Makroprogrammierung</li> </ul>

- 
- Literatur:**
- Fred E. Schubert: Light Emitting Diodes. Cambridge: Cambridge University Press, 2nd ed. 2006
  - B. E. A. Saleh, M. C. Teich: Fundamentals of Photonics. Hoboken NY: Wiley, 3rd ed. 2019

- 
- Workload:**
- 45 Std. Präsenz in den Lehrveranstaltungen und Seminaren
  - 25 Std. Regelmäßige Nacharbeitung des Stoffes
  - 15 Std. Bearbeiten von Übungsaufgaben und Beispiele
  - 30 Std. Ausarbeitung von Präsentationen
  - 15 Std. Literaturstudium, freies Arbeiten
  - 20 Std. Prüfungsvorbereitung
- = 150 Stunden / 5 Leistungspunkte**
-

## PH05/2 Messtechnik für optische Systeme

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Engelbrecht
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li><li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li></ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlegende Kenntnisse der Messtechnik</li><li>• Kenntnisse in Elektrotechnik und Systemtheorie</li><li>• Grundlegende Kenntnisse der Optik</li></ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden beherrschen und verstehen typische Messgeräte, um die Eigenschaften optoelektronischer, <b>quantentechnologischer</b> und faseroptischer Systeme zu evaluieren.</li><li>• Die Studierenden sind sich der Bedeutung optischer Messmethoden in Forschung und Industrie bewusst.</li><li>• Die Studierenden wählen und entwerfen geeignete Messaufbauten.</li><li>• Die Studierenden wenden in kleinen Teams fortgeschrittene optische Messmethoden in der Praxis an und bewerten Störeinflüsse.</li><li>• Die Studierenden werten Messergebnisse mit Excel und Matlab aus und stellen diese in klarer Form dar.</li><li>• Die Studierenden beurteilen Messergebnisse hinsichtlich Funktion, Qualität und Anwendung optischer Systeme in Forschung und Industrie.</li></ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wiederholung relevanter Grundlagen der Optik, Photonik und Messtechnik.</li><li>• Überblick über Lichtquellen (thermisch, LED, Laser) und Detektoren (Photodioden).</li><li>• Aufbau, Eigenschaften und Anwendung von Spektrometern und optischen Spektralanalysatoren (OSA).</li><li>• Charakterisierung der Spektren von Lichtquellen z.B. für die Glasfaser-Datenübertragung und von Optik-Systemen wie Objektive und Teleskope.</li><li>• Beschreibung und messtechnische Erfassung von unerwünschten Störungen in optischen Messaufbauten wie Drift, Rauschen und Netzbrummen.</li><li>• Aufbau und Anwendung von Lock-in-Verstärkern zur störungsarmen Messung kleinster Lichtleistungen, z.B. für die Medizintechnik.</li><li>• Eigenschaften optischer Polymer- und Glasfasern.</li><li>• Messtechnik für Lichtwellenleiter wie optische Zeitbereichs-Reflektometrie (OTDR) für Glasfaser-Netzwerke und Faser-Bragg-Gitter (FBG) zur Strukturüberwachung von Maschinen und Bauwerken.</li><li>• Laborpraktikum zu allen vorgestellten Messtechniken für optische Systeme.</li></ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• F. Pedrotti et al.: Optik für Ingenieure. 4. Aufl., Springer-Verlag 2008.</li><li>• G. Reider: Photonik. 4. Aufl., Springer-Verlag, 2021.</li><li>• W. Bludau: Lichtwellenleiter in Sensorik und optischer Nachrichtentechnik. Springer-Verlag 1998.</li></ul>

---

**Workload:**

- 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Praktika
  - 20 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes
  - 35 Std. Erstellung von Lösungen, Ausarbeitungen und Präsentationen
  - 25 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten
  - 25 Std. Prüfungsvorbereitung
- = 150 Stunden / 5 Leistungspunkte**
-

## OQT4 Grundlagen und Systeme der Quantentechnologien

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Braun und Prof. Dr. Stute
<b>Umfang:</b>	8 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	6 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 120 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse in Elektrotechnik und Messtechnik</li> <li>• Kenntnisse in technischer und physikalischer Optik</li> <li>• Grundlagen der Strahlenoptik und Wellenoptik</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die grundlegenden Prinzipien der Quantenphysik</li> <li>• Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende quantenmechanische Berechnungen auszuführen</li> <li>• Die Studierenden können die technischen Anforderungen an Quantensysteme einschätzen</li> <li>• Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, quantentechnologische Fragestellungen experimentell oder mittels Computersimulationen zu untersuchen, auszuwerten und zu interpretieren</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<p><b>Grundlagen der Quantenphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie der Quantenmechanik, erste und zweite Quantenrevolution</li> <li>• Materiewellen und Schrödingergleichung</li> <li>• Operatoren und Erwartungswerte</li> <li>• Axiome der Quantenmechanik</li> <li>• Anwendungen der Schrödingergleichung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Potentialtopf</li> <li>○ Harmonischer Oszillator</li> <li>○ Zwei-Niveau-System</li> </ul> </li> <li>• Heisenbergsche Unbestimmtheitsrelation</li> <li>• Non-cloning Theorem</li> <li>• Superposition und Kohärenz</li> <li>• Mehrteilchensysteme und Verschränkung</li> </ul> <p><b>Quantentechnologische Systeme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichtquellen und -detektoren <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Einzelphotonenquellen</li> <li>○ Quellen verschränkter Photonen</li> </ul> </li> <li>• Kontrolle einzelner Atome</li> <li>• Ultrakalte Atome, Bose-Einstein-Kondensate</li> <li>• Atom-Interferometer</li> <li>• Künstliche Atome: Quantenpunkte und NV-Zentren</li> <li>• Atom-Photon Verschränkung</li> </ul>

---

**Literatur:**

- F. Kuypers, „Quantenmechanik“, Wiley VCH
- D. J. Griffiths, „Quantenmechanik“, Pearson
- H. Haken, H. C. Wolf, „Atom- und Quantenphysik“, Springer
- J. Pade, „Quantenmechanik zu Fuß“, Springer Spektrum
- J. Audretsch, „Verschränkte Welt: Faszination Der Quanten“, Wiley-VCH
- D. F. Walls, „Quantum Optics“, Springer

---

**Workload:**

- 90 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen
  - 90 Std. Nachbereitung des Lehrstoffes, Literaturstudium und freies Arbeiten
  - 60 Std. Erstellung von Lösungen, Ausarbeitungen und Präsentationen
  - 60 Std. Prüfungsvorbereitung
- = **300 Stunden / 10 Leistungspunkte**
-

## OQT5/1 Quantencomputer, Quantenkryptographie und Quantensensorik

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Stute
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	3 SWS seminaristischer Unterricht + 1 SWS Praktikum
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es wird empfohlen, das Modul OQT4 „Grundlagen und Systeme der Quantentechnologien“ vor dem Moduls OQT5/1 zu besuchen</li> <li>• Grundlagen der Atom- und Festkörperphysik</li> <li>• Kenntnisse in Elektrotechnik und Messtechnik</li> <li>• Kenntnisse in technischer und physikalischer Optik</li> <li>• Grundlagen der Strahlenoptik und Wellenoptik</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden überblicken die Anwendungen der Quantentechnologien</li> <li>• Die Studierenden können die wesentlichen Eigenschaften von Quantensystemen beschreiben und erläutern</li> <li>• Die Studierenden können die technischen Anforderungen an Quantensysteme für spezifische Anwendungen zu analysieren und zu klassifizieren</li> <li>• Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, angewandte quantenmechanische Berechnungen auszuführen</li> <li>• Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, quantentechnische Systeme auszulegen, zu simulieren und zu illustrieren</li> <li>• Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, quantentechnologische Fragestellungen experimentell oder mittels Computersimulationen zu untersuchen, auszuwerten und zu interpretieren</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<p><b>Quantenkryptographie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassische und Quanten-Kryptographieverfahren</li> <li>• Prinzip des Quantenschlüsselaustausches (engl. QKD)</li> <li>• QKD-Protokolle und ihre Realisierungen</li> <li>• Satellitenbasierte QKD</li> </ul> <p><b>Quantensensorik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitationen klassischer Sensoren (SNR, Quantenlimit)</li> <li>• Anforderungen an einen Quantensensor</li> <li>• Magnetfeldsensoren</li> <li>• Gravitations- und Beschleunigungssensoren</li> <li>• Gyroskope und Inertialnavigation</li> <li>• Uhren und Zeitstandards</li> </ul> <p><b>Quantencomputer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsweise und technische Anforderungen eines Quantenprozessors</li> <li>• Technologien für die Implementierung von Quantencomputern</li> <li>• Architektur von Algorithmen für Quantencomputer</li> <li>• Quantensimulationen</li> </ul> <p><b>Quantennetzwerke und Quanteninternet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenrepeater</li> </ul>

---

**Literatur:**

- L. Jäger, „Die zweite Quantenrevolution“, Springer
- D. Bouwmeester, A. Ekert, A. Zeilinger “The Physics of Quantum Information”, Springer
- O. Alto, „Introduction to Quantum Technologies“, Springer
- M. Homeister, „Quantum Computing verstehen“, Springer
- H. Kagermann, „Innovationspotenziale der Quantentechnologien der zweiten Generation“, acatech

---

**Workload:**

- 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen
  - 45 Std. Nachbereitung des Lehrstoffes, Literaturstudium und freies Arbeiten
  - 30 Erstellung von Lösungen, Ausarbeitungen und Präsentationen
  - 30 Std. Prüfungsvorbereitung
- = 150 Stunden / 5 Leistungspunkte**
-

## 5 Projekt

### 5a Projektarbeit

### 5b Projektbegleitendes Seminar

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Niebler
<b>Umfang:</b>	8 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	6 SWS Projektarbeit + 2 SWS Seminar
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	■ Pflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester (Projektarbeit und Seminar) <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester (Projektarbeit)
<b>Prüfung:</b>	Leistungsnachweis (Seminar)
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse und Fähigkeiten aus den themenbezogenen Modulen</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, ein technisches Entwicklungsprojekt selbstständig zu analysieren, wissenschaftlich aufzubereiten und anwendungsorientiert im Team durchzuführen.</li> <li>• Einübung von Methoden-Kompetenz und sozialer Kompetenz</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Entwicklung eines Teams, Konfliktlösungsstrategien und Aufgabenverteilung im Team, Ist-, Anforderungs- und Aufwandsanalyse, Modellierung und Abstraktion, Wirtschaftlichkeitsanalysen, Planung des Entwicklungsablaufs, Zeitmanagement, Qualitätsmanagement, Informationsmanagement, Verifikation und Validierung, Einsatz rechnergestützter Verfahren, Projektdokumentation, Projektpräsentationen, Bewertung der Anwendbarkeit</li> <li>• Überblick über Methoden zur Bearbeitung von Projekten, Methoden und Techniken der Entscheidungsfindung, Überblick über die wesentlichen Ideenfindungs- und Kreativitätstechniken</li> </ul>
<b>Workload</b>	<p><b>Projektarbeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 40 Std. Präsenz in Projektbesprechungen Interviews und Präsentationen</li> <li>• 150 Std. selbständiges Arbeiten alleine oder im Team</li> <li>• 20 Std. Literaturstudium</li> <li>• 30 Std. Vorbereitung der Projektdokumentation</li> </ul> <p>= 240 Stunden / 8 Leistungspunkte</p> <p><b>Projektbegleitendes Seminar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 Std. Präsenz im Seminar</li> <li>• 40 Std. Vorbereitung und Durchführung von Übungen und Seminararbeiten</li> </ul> <p>= 60 Stunden / 2 Leistungspunkte</p> <p><b>= 300 Stunden / 10 Leistungspunkte</b></p>

## 6 PU - Personal- und Unternehmensführung

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Wagner
<b>Umfang:</b>	4 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	2 SWS seminaristischer Unterricht + 2 SWS Seminar
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme</li> <li>■ Inhaltsgleich zu Wahlpflichtmodul im Master Applied Research in Engineering Sciences</li> </ul>
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Schriftliche Prüfung 90 Min.
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<p>Lernen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Führungsprobleme im Managementalltag hautnah zu erkennen</li> <li>• das Verhaltensrepertoire um relevante Führungskompetenzen zu erweitern</li> <li>• die kommunikativen Fertigkeiten und Fähigkeiten zu entwickeln und zu stärken</li> <li>• schwierige Führungssituationen besser einzuschätzen und zu meistern</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Zielscheibenproblematik im Führungsalltag - was tun?</li> <li>• Mitarbeiter wirksam motivieren - wie geht das?</li> <li>• Leitplanken situativer Führung - wie erfolgreich einsetzen?</li> <li>• Wegweiser für erfolgreiche Kommunikation in der Führungspraxis - wie umsetzen?</li> <li>• Erfolgreiche Gesprächsführung mit Mitarbeitern und Kunden - wie gestalten?</li> </ul>
<b>Literatur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• K. Doppler; C. Lauterburg: Changemanagement; 6. Aufl. Frankfurt a.M. u. New York</li> <li>• P.F. Drucker: Die ideale Führungskraft; Düsseldorf u.a.o.J.</li> <li>• F. Malik: Führen, Dienen, Leisten, 3. Aufl. Frankfurt a. M. u. New York 2006</li> </ul>
<b>Workload:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Std. Präsenz in Lehrveranstaltungen und Leistungsnachweisen</li> <li>• 35 Std. Regelmäßige Nachbereitung des Lehrstoffes</li> <li>• 20 Std. Bearbeitung von Übungsaufgaben</li> <li>• 30 Std. Literaturstudium und freies Arbeiten</li> <li>• 20 Std. Prüfungsvorbereitung</li> </ul> <p><b>= 150 Stunden / 5 Leistungspunkte</b></p>

## 7 Fachwissenschaftliche Wahlpflichtmodule der Gruppe 2

---

<b>Umfang:</b>	4 SWS (2 WPM mit je 2 SWS)
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	seminaristischer Unterricht / Übung / Praktikum / Seminar
<b>Sprache</b>	<input type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	■ Wahlpflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Leistungsnachweis

---

Die Fachwissenschaftlichen Wahlpflichtmodule der Gruppe 2 werden in hochschulüblicher Weise angekündigt und zur Wahl gestellt.: [https://virtuohm.ohmportal.de/pls/chaos/oes\\_web.show\\_fachuebersicht?in\\_lv\\_art=FWPF&in\\_org\\_id=269&in\\_abg\\_id=1](https://virtuohm.ohmportal.de/pls/chaos/oes_web.show_fachuebersicht?in_lv_art=FWPF&in_org_id=269&in_abg_id=1)

Dort sind auch Lehr- und Prüfungsform, Voraussetzungen, Inhalte und Lernziele beschrieben.

---

## 8 Abschlussarbeit

8a Masterarbeit

8b Masterseminar

<b>Modulverantwortung:</b>	Prof. Dr. Janker
<b>Umfang:</b>	2 SWS
<b>Lehrveranstaltungen:</b>	Masterarbeit + 2 SWS Seminar
<b>Sprache</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Englisch <input checked="" type="checkbox"/> Deutsch
<b>Modultyp / Verwendbarkeit:</b>	■ Pflichtmodul im Master Elektronische und Mechatronische Systeme
<b>Moduldauer:</b>	1 Semester
<b>Modulfrequenz:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Prüfung:</b>	Leistungsnachweis
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse und Fähigkeiten aus den themenbezogenen Modulen der fachwissenschaftlichen Vertiefung,</li> <li>• Kenntnisse und Erfahrungen aus der Projektarbeit (Nr. 5a) und aus dem projektbegleitenden Seminar (Nr. 5b)</li> </ul>
<b>Lernziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, ein umfangreiches Problem aus den Ingenieurwissenschaften selbstständig auf wissenschaftlicher Grundlage zu bearbeiten und zu lösen. Der Schwerpunkt soll auf der kreativen Entwicklung neuer Verfahren und Methoden liegen, wobei der umfassende Systemgedanke einen wesentlichen Anteil zu spielen hat.</li> </ul>
<b>Inhalte:</b>	<p>Anleitung zur systematischen und eigenständigen wissenschaftlichen Arbeit durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfahrungsaustausch</li> <li>• Vertiefung und Sicherung der Erkenntnisse</li> <li>• Kurzreferate während der Arbeit</li> <li>• Abschlussreferat mit Diskussion</li> </ul>
<b>Workload:</b>	<p><b>Masterarbeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzepterstellung</li> <li>• Entscheidungsfindung bezüglich der günstigsten Problemlösung.</li> <li>• Erstellen von Versuchsaufbauten und Programmen.</li> <li>• Durchführung von Messungen und Testläufen einschließlich deren Auswertung</li> <li>• Anfertigen der Dokumentation</li> <li>• Literaturstudium</li> </ul> <p><b>= 690 Stunden / 23 Leistungspunkte</b></p> <p><b>Masterseminar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 22 St. Präsenz in den Seminarveranstaltungen</li> <li>• 38 St. Vorbereitung des eigenen Vortrags</li> </ul> <p><b>= 60 Stunden / 2 Leistungspunkte</b></p> <p><b>750 Stunden / 25 Leistungspunkte</b></p>