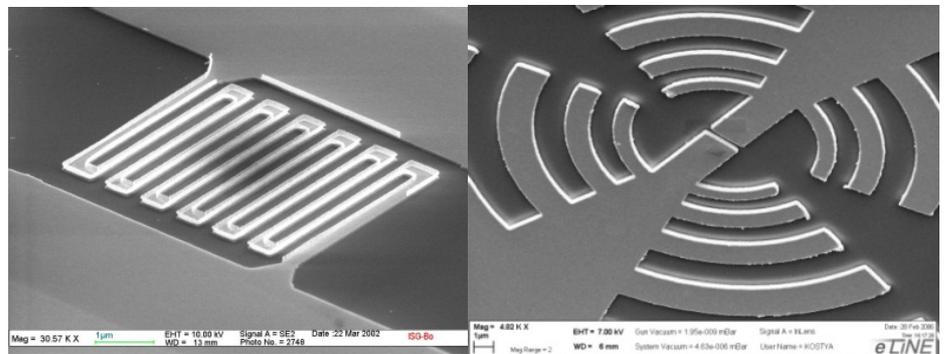
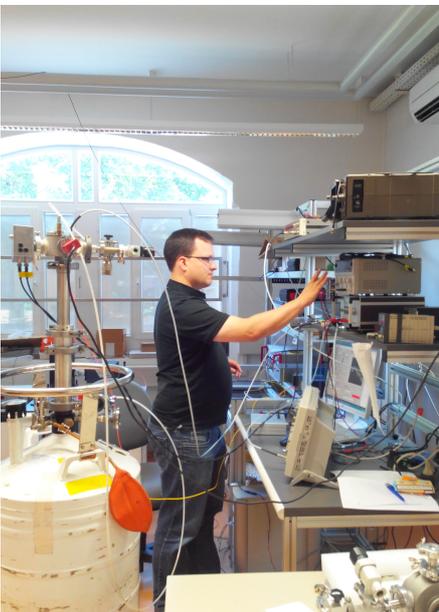


# Studienmodell 22 Mikro-, Nano- und Optoelektronik



<p><b>Institut für Angewandte Materialien - Werkstoffe der Elektrotechnik (IAM-WET)</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Ellen Ivers-Tiffée</p>	<p><b>Institut für Mikro- und Nanoelektronische Systeme (IMS)</b></p> <p>Prof. Dr. rer. nat. habil. Michael Siegel</p>	<p><b>Lichttechnisches Institut (LTI)</b></p> <p>Prof. Dr. rer. nat. Uli Lemmer</p> <p>Prof. Dr. rer. nat. Cornelius Neumann</p>
--	--	--

# Masterstudium Mikro-, Nano- und Optoelektronik - Schwerpunkte

## Interesse?

*Fragen Sie uns, wir helfen gerne weiter.*

Sie finden uns

IAM-WET im Geb. 50.40 am Campus Süd.

LTi im Geb. 30.34 am Campus Süd.

IMS im Geb. 06.41 am Campus Süd Standort West.



## Masterstudium Mikro-, Nano- und Optoelektronik - Schwerpunkte

Die Mikro-, Nano- und Optoelektronik (MNO) nehmen eine Schlüsselposition in der modernen Industriegesellschaft ein. Die Leistungsfähigkeit von Computern, die Fortschritte in der Automatisierungstechnik, die Realisierung integrierter Sensorsysteme und Mixed-Signal Bausteine oder autarker Energieversorgungseinheiten wie Mikrobrennstoffzellen und Batterien wären ohne die Mikro-, Nano- und Optotechnologie undenkbar. Werkstoffwissenschaften und Technologieentwicklung bilden die Grundlage für die Produkte der Elektrotechnik und Informationstechnik. Der wirtschaftliche Erfolg hängt entscheidend von den Möglichkeiten der technologischen Umsetzung in innovative Bauelemente und ihrer Einbettung in elektrotechnische und elektronische Gesamtsysteme ab. Insbesondere die Mikro-, Nano- und Optoelektronik stehen am Anfang einer faszinierenden und rasanten Entwicklung, die den technischen Fortschritt im 21. Jahrhundert maßgeblich mitbestimmen wird.

Der MNO-Masterstudiengang ist auf eine breite und praxisnahe Ingenieur- und Ausbildung angelegt. Ausgehend von den physikalischen und materialwissenschaftlichen Grundlagen werden elektronische und optische Bauelemente, neuartige Sensoren bis hin zu eingebetteten Systemen behandelt.

Unser Ziel ist es, Ihnen neben einem fundierten Spezialwissen einen Einblick in die aktuelle Forschung und Entwicklung der einzelnen Bereiche zu geben, um im Spannungsfeld zwischen modernsten Hoch-Technologien und Ingenieurkunst kreativ arbeiten zu können.

Deshalb soll im Masterstudiengang das Grundwissen aus dem Bachelorstudium durch ein umfangreiches Angebot an weiterführenden Vorlesungen, insbesondere im Bereich Mikro-, Nano- und Optoelektronik ergänzt und vertieft werden. In den Vorlesungen der festen Modellfächer werden Kenntnisse über bisherige und zukünftige Technologien für Batterien, Brennstoffzellen, höchstintegrierte Schaltungen, neue optische Bauelemente und Systeme, sowie die bei einer weiteren Miniaturisierung der Bauelemente und Systeme zu lösenden Herausforderungen vermittelt.

In unseren Reinräumen und Laboren entwickeln und charakterisieren wir neuartige elektronische und optische Komponenten und führen Sie in die industrielle Praxis ein. Im Rahmen des Wahlbereichs können Sie individuell Themenschwerpunkte setzen.

Neben den genannten Wahlmodulen (wählbaren Modellfächern) können je nach Interessengebiet der Studierenden auch andere Lehrveranstaltungen aus der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik oder auch Fächer aus dem Vorlesungsangebot anderer Fakultäten z.B. Maschinenbau, Physik gewählt werden, um das Wissensspektrum zu ergänzen.

Im Rahmen der Wahlmodule sollen die Studierenden zusätzlich befähigt werden, sich mit interdisziplinären Themen auseinander zu setzen. Dabei wird sehr viel Wert auf die Sammlung von Erfahrungen beim Umgang mit Standard-Werkzeugen, wie sie in der Industrie eingesetzt werden, gelegt, um eine opti-

male Vorbereitung auf das spätere Berufsleben zu sichern.

In den Praktika und der Masterarbeit sollen auch die Team- und die Kommunikationsfähigkeit erlernt bzw. ausgebaut werden. Dadurch ist die Bearbeitung umfangreicher Projekte bereits während des Studiums möglich. Von den Studierenden wird dabei Interesse an der Entwicklung neuartiger analoger und digitaler elektronischer Schaltungen und Systeme erwartet.

Diese Arbeiten stehen in Bezug zu den aktuellen Schwerpunkten in Lehre und Forschung des Instituts und werden zusammen mit weiteren Masterstudenten oder Doktoranden durchgeführt. Damit können Arbeiten mit schaltungstechnischer, hardware- oder softwarebezogener Ausrichtung und Kombinationen daraus angeboten werden. Diese Arbeiten sind in der Regel in laufende Forschungsprojekte eingebunden und bieten dabei häufig Kontakte mit Firmen und Forschungseinrichtungen.

<b>Verantwortlich:</b>	<b>IAM-WET</b>	Prof. Dr.-Ing. Ellen Ivers-Tiffée, E-Mail: <a href="mailto:ellen.ivers@kit.edu">ellen.ivers@kit.edu</a>
	<b>IMS</b>	Prof. Dr. rer. nat. Michael Siegel E-Mail: <a href="mailto:michael.siegel@kit.edu">michael.siegel@kit.edu</a>
	<b>LTI</b>	Prof. Dr. rer. nat. Uli Lemmer E-Mail: <a href="mailto:uli.lemmer@kit.edu">uli.lemmer@kit.edu</a>
<b>Studienberater:</b>	<b>IAM-WET</b>	Dr.-Ing. Wolfgang Menesklou, Tel.: 0721 / 608-47493 E-Mail: <a href="mailto:menesklou@kit.edu">menesklou@kit.edu</a>
	<b>IMS</b>	Dr.-Ing. Stefan Wunsch, Tel.: 0721 / 608-44449 E-Mail: <a href="mailto:stefan.wuensch@kit.edu">stefan.wuensch@kit.edu</a>
	<b>LTI</b>	M.Sc. Fabian Denk, Tel.: 0721 / 608-48141 E-Mail: <a href="mailto:modellberatung@lti.kit.edu">modellberatung@lti.kit.edu</a>

## Übersicht der Lehrveranstaltungen

### 1. Pflichtmodule (Feste Modellfächer)

Sem.	Vorl.Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V+Ü	LP
SS	23498 23499	Numerische Methoden	2+1	5
WS	23720 23722	Technische Optik	2+1	5
WS	23125 23127	Integrierte Signalverarbeitungssysteme	2+1	5
WS	23407 23409	Mikrowellentechnik	2+1	5
WS	23207 23213	Batterien und Brennstoffzellen	2+1	5
WS	23660	VLSI-Technologie	2+0	3
SS	23668	Nanoelektronik	2+0	3
WS	23231	Sensoren	2+0	3
SS	23239	Sensorsysteme	2+0	3
SS	23726 23728	Optoelektronik	2+1	4
WS	23709	Polymerelektronik	2+0	3
WS/SS	23672	Praktikum Adaptive Sensorelektronik <b>oder</b>	4	6
WS/SS	23669	Praktikum Nanoelektronik <b>oder</b>	4	6
SS	23746	Praktikum Modellierung und Entwurf optoelektronischer Bauelemente und THz- Sensoren mit Matlab/ Simulink <b>oder</b>	4	6
SS	23233	Praktikum Sensoren und Aktoren <b>oder</b>	4	6
WS/SS	23235	Praktikum Batterien und Brennstoffzellen <b>oder</b>	4	6
WS/SS	23712	Praktikum Optoelektronik	4	6
<b>Summe</b>			<b>32</b>	<b>50</b>

### Änderung im Pflichtbereich

✓ **Die Vorlesung Integrierte Systeme und Schaltungen inkl. Übung ersetzt die nicht mehr angebotene Vorlesung Integrierte Signalverarbeitungssysteme im Pflichtbereich!**

# Übersicht der Lehrveranstaltungen

(Für Masterstudierende ab WS2018/19)

## Vertiefungsrichtung Modell 22

(Vorabinfo ohne Gewähr)

### Grundlagen der Vertiefungsrichtung (GVR)

Sem.	Institut	Lehrveranstaltung	SWS V+Ü	LP	Prüfungsart
SS	MATH	Numerische Methoden	2+1	5	schriftlich
WS	LTI	Technische Optik	2+1	4	schriftlich
WS	IIT	Messtechnik	2+1	4	schriftlich

### Pflichtbereich der Vertiefungsrichtung (PVR)

WS+SS	IHE	Batterien und Brennstoffzellen	2+1	5	schriftlich
WS	LTI	Optoelektronik	2+1	5	schriftlich
WS	IIT	Nanoelektronik	2+1+1	6	schriftlich
WS	IMS	Integrierte Systeme und Schaltungen	2+1	4	schriftlich
WS	IPE	VLSI-Technologie	2+1	4	mündlich
SS	IMS	Polymerelektronik	2+1	4	mündlich
WS	IAM-WET	Mikrowellentechnik	2	3	schriftlich
WS	IMS	Solar Energy oder Photovoltaik	2	3	mündlich
SS	IAM-WET	Sensoren	2	3	mündlich
WS	IHE	Praktikum Nanoelektronik oder Praktikum Nanotechnologie oder Praktikum Modellierung und Entwurf optoelektronischer Bauelemente un Systeme mit Matlab oder Praktikum Sensoren und Aktoren oder Praktikum Batterien und Brennstoffzellen oder Praktikum Optoelektronik	4	6	

Wahlbereich	Die Wahl von Veranstaltungen aus anderen Fakultäten ist möglich. Die Auswahl ist mit dem Modellberater abzusprechen	28
Schlüsselqualifikation		6
Masterarbeit		30
<b>Gesamtsumme</b>		<b>120</b>

## 2. Wahlmodule (Wählbare Modellfächer)

Folgende wählbaren Modellfächer sind in diesem Studienmodell möglich. Unter schriftlicher Zustimmung des Studienberaters kann auch ein entsprechendes anderes Fach oder Seminar der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik oder einer anderen Fakultät gewählt werden.

### Verpflichtende Regeln zur Auswahl der Wahlfächer im Studienmodell 22:

Neben dem Praktikum in den festen Modellfächern muss noch ein weiteres Praktikum aus der Liste der wählbaren Modellfächer belegt werden.

Sem.	Vorl.Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V+Ü	LP
WS	23215	Seminar: Messtechnik für Batterien und Brennstoffzellen	2+0	3
WS/SS	23233	Seminar: Sensorik	2+0	3
SS	23214	Batterien- und Brennstoffzellensysteme	2+0	3
SS	23630	Integrierte Intelligente Sensoren	2+0	3
WS	23664 23666	Design analoger Schaltkreise	2+1	4
WS	23688 23690	Integrierte Systeme und Schaltungen	2+1	4
SS	23683 23685	Design digitaler Schaltkreise	2+1	4
WS	23678	Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt	2+0	3
WS	23679	Seminar „Eingebettete Schaltkreise und Detektoren“	2+0	3
SS	23378	Elektronische Systeme und EMV	2	3
SS	23380	Photovoltaische Systemtechnik	2	3
WS	23445	Industrielle Mikrowellen- und Materialprozesstechnik	2	3
SS	23474	Einführung in die Quantentheorie für Elektrotechniker	3	4
SS	23476	Halbleitertechnologie und Quantenbauelemente	2	3
WS	23480 23481	Laserphysics	2+1	4
WS	23484 23485	Optical Communication Systems	2+1	4
SS	23746	Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser	2	3
WS	23711	Solarenergie	3+1	6
WS	23745	Solarenergy	3+1	6
SS	23734	Grundlagen der Plasmatechnologie	2+0	3
SS	23740	Optische Technologien im Automobil	2+0	3
SS	23716	Nanoscale Systems for Opto-Electronics	2+0	3
WS	23743	Nanoplasmonik	2	3
WS	23739 23741	Lichttechnik	2+1	4
WS	23737	Photovoltaik	4+0	6

## Studienmodell 22 - Mikro-, Nano- und Optoelektronik

WS	23729	Plasmastrahlungsquellen	2+0	3
WS/SS	23672	Praktikum Adaptive Sensorelektronik	4	6
WS/SS	23669	Praktikum Nanoelektronik	4	6
SS	23746	Praktikum Modellierung und Entwurf optoelektronischer Bauelemente und Systeme mit Matlab/Simulink	4	6
SS	23233	Praktikum Sensoren und Aktoren	4	6
WS	23235	Praktikum Batterien und Brennstoffzellen	4	6
WS/SS	23712	Praktikum Optoelektronik	4	6
WS/SS	23714	Praktikum Lichttechnik	4	6
SS	23490	Praktikum optische Kommunikationstechnik	4	6

## Lehrveranstaltungen der Institute

### Feste Modellfächer

#### IAM-WET

##### ✓ **Batterien und Brennstoffzellen 23207**

2+1 SWS, WS

Alternative Antriebskonzepte für Elektroautos oder Hybridfahrzeuge sind auf leistungsfähige und zuverlässige Brennstoffzellen und Batterien angewiesen. Der erste Teil der Vorlesung behandelt die Brennstoffzelle als elektrochemischen Energiewandler, die aus chemischer Energie direkt elektrische Energie erzeugen können. Im zweiten Teil werden sekundäre Batterien (Akkumulatoren) mit hoher Energie und Leistungsdichte als elektrochemische Energiespeicher vorgestellt. Die Vorlesungsinhalte vermitteln Grundlagen der beiden elektrochemischen Systeme, geben einen Einblick in den aktuellen Entwicklungsstand und behandeln die erforderlichen elektrischen Charakterisierungs- und Modellierungsverfahren.

##### ✓ **Sensoren 23231**

2+0 SWS, WS

Im Rahmen der Vorlesung werden Fragestellungen zu den chemisch/physikalischen Grundlagen der Sensoreffekte, den für die Umsetzung dieser Effekte notwendigen Materialeigenschaften und der technischen Realisierung in Sensoren behandelt. Die Vorlesung veranschaulicht die Funktionsweise der wichtigsten Sensorprinzipien von Temperatursensoren, Chemische Sensoren / Biosensoren, Gassensoren, Feuchtesensoren, Ultraschallsensoren, Mechanische Sensoren, Faseroptische Sensoren, Magnetische Sensoren.

##### ✓ **Sensorsysteme (Integrierte Sensor-Aktor-Systeme) 23240**

2+0 SWS, SS

Die Vorlesung behandelt physikalische Grundlagen piezoelektrischer und elektrostriktiver Werkstoffe. Es wird gezeigt, dass der Piezoeffekt auf das besondere Kristallgitter der Materialien zurückzuführen ist. Neben der Messtechnik zur Charakterisierung von piezoelektrischen Materialien werden Strukturen von Sensoren und Aktoren besprochen und hinsichtlich Funktion und Performance verglichen. Des Weiteren wird die elektromechanische Modellierung einfacher Aktoren sowie die Ansteuer- und Regeltechniken behandelt.

##### ✓ **Praktikum Sensoren und Aktoren 23232**

0+4 SWS, SS

Ziel des Praktikums ist die Applikation und Charakterisierung von Sensoren, Aktoren und deren Materialien. In der Versuchsvorbereitung werden die werkstoffwissenschaftlichen Grundlagen der Bauelemente, deren Anwendungsgebiete sowie die messtechnischen und analytischen Methoden erarbeitet, die während der Versuchsdurchführung zur Anwendung

kommen. Die Versuche werden in Gruppen zu je drei Studierenden durchgeführt. Folgende Themengebiete werden in den Versuchen abgedeckt: Abgassensoren, Magnetische Sensoren, Piezoelektrische Aktoren, Adaptronik, Impedanz-Spektroskopie, Temperatursensoren, Wissenschaftliches Vortragen.

### ✓ **Praktikum Batterien und Brennstoffzellen 23235**

0+4 SWS, WS

Das Praktikum vermittelt den Studierenden einen praxisnahen Einblick in die aktuellen Gebiete der Brennstoffzellen und Batterien. Im Rahmen der Versuche werden Aufbau und Funktionsweise von elektrochemischen Energiewandlern und Energiespeichern behandelt und Modellierungen mit MatLab durchgeführt. Die experimentellen Untersuchungen finden an (Vor-) Serienprodukten namhafter Hersteller wie auch an speziell für die Forschung entwickelten Prüfständen statt. Im Laufe des Praktikums werden Kenntnisse über Betriebsführung, Messverfahren, Messdatenauswertung und Simulation vermittelt.

## IMS

### ✓ **VLSI Technologie 23660**

2+0 SWS, WS

Schaltkreistechnologien für VLSI, Umsetzung des Entwurfes in die technologische Ebene, Herstellungsverfahren und Prozesse, Aufbau von Basiszellen, Grenzen der Halbleitertechnologie, nanoelektronische Ansätze.

### ✓ **Nanoelektronik 23668**

2+0 SWS, SS

Moore's Law, Roadmap der Mikroelektronik, Potenzial der Silizium-Technologie, neue ultimative MOSFETs, Nanoelektronische Bauelemente, Einzelelektronentransistor, Nanoskalige Speicher, Molekular-elektronische Bauelemente, Nanostrukturierung, Bauelemente für Quantencomputer.

### ✓ **Praktikum Nanoelektronik 23669**

0+4 SWS, WS/SS

Praktische Einführung in Technologien, wie sie auch in Wissenschaft und Industrie verwendet werden. Grundlegende Fertigkeiten in Dünnschichttechnik, Lithografie und Messtechnik werden erlernt und eigenständig ausgeführt. Dabei wird an den Arbeitsplätzen der Wissenschaftler gearbeitet, so dass direkte Einblicke in die aktuelle Forschung möglich sind. Die Aufgaben sind in sich abgeschlossen, so dass interessante und aussagekräftige Ergebnisse im Praktikum erzielt werden können.

✓ **Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA 23674**

0+4 SWS, WS/SS

Altera® Quartus II Entwicklungssystem, Aufbau und Test eines Faltungscodierers, Erstellung einfacher digitaler Filter, parametrische Filter, Vergleich beider Typen, Messung der Filter und Diskussion der Ergebnisse.

✓ **Praktikum Adaptive Sensorelektronik 23672**

0+4 SWS, WS/SS

Im Praktikum wird der Einsatz der PSoC- Bausteine anhand der Aufbereitung von Sensorsignalen unterschiedlichster Art erarbeitet. Es werden die zur Verfügung stehenden Funktionsblöcke für Verstärker, aktive Filter, verschiedene konfigurierbare A/D-Wandler und digitale Elemente so angepasst, dass das Sensorsignal digital verarbeitet werden kann. Die Ergebnisse der Verarbeitung werden dann durch konfigurierbare D/A-Wandler und Ausgangsverstärker zur Ansteuerung von Aktoren aufbereitet.

LTI

✓ **Optoelektronik 23726**

2+1 SWS, SS

Die physikalischen, elektronischen und schaltungstechnischen Grundlagen der Lichterzeugung und Detektion mittels elektronischer Bauelemente werden erarbeitet. Eine wichtige Bedeutung haben hierbei moderne Halbleiterbauelemente, durch die effizient elektrische Signale in optische und umgekehrt umgewandelt werden können. Leucht-, Laser- und Photodioden revolutionieren viele Bereiche der optischen Technologien bzw. verhelfen ihnen zum Durchbruch. Die Herstellung, Wirkungsweise und der Einsatz dieser Bauelemente werden diskutiert.

✓ **Polymerelektronik 23709**

2+0 SWS, WS

Im Bereich der organischen und druckbaren Elektronik werden derzeit rasante Fortschritte bei der Entwicklung neuartiger Materialien, Prozesse, Anlagen und Anwendungen erzielt. Die Technologie erlaubt die kostengünstige Herstellung von vielfältigen dünnen, leichten und flexiblen elektronischen Bauteilen wie rollbaren Displays, flexiblen Solarzellen oder RFID Tags. Es werden die physikalischen Grundlagen organischer Halbleiter eingeführt und ihre Anwendung in vielfältigen Bauelementen diskutiert.

✓ **Praktikum Optoelektronik 23712**

0+4 SWS, WS/SS

In vier praxisnahen Versuchen werden unterschiedliche Aspekte der modernen Optoelektronik erlernt und eigenständig angewendet. Die vielfältigen Themen reichen vom Betriebsverhalten von Leuchtstofflampen über Lichtmesstechnik und Spektroskopie bis hin zu optischen Anwendungen auf der Nanoskala.

✓ **Praktikum Modellierung und Entwurf optoelektronischer Bauelemente und THz-Sensoren mit Matlab/Simulink 23744**

0+4 SWS, SS

In diesem Praktikum werden optoelektronische Bauelemente und Detektorsysteme mit Hilfe von Matlab und Simulink simuliert und entworfen.

## Wählbare Modellfächer

### IAM-WET

✓ **Batterie- und Brennstoffzellensysteme 23214**

2+0 SWS, SS

In der Vorlesung Batterie- und Brennstoffzellensysteme werden die in der Vorlesung Batterien und Brennstoffzellen behandelten Themen vertieft, aktuelle Entwicklungen diskutiert und speziell die systemrelevanten Aspekte der Technologie behandelt. Im ersten Teil der Vorlesung werden Brennstoffzellensysteme und deren Komponenten diskutiert. Leistungs- und lebensdauerlimitierende Verlustmechanismen und Degradationsprozesse werden am Beispiel der Hochtemperatur-Brennstoffzelle SOFC erläutert und Methoden zur messtechnischen Erfassung und Modellierung der den Innenwiderstand bestimmenden Verlustanteile vorgestellt. Im zweiten Teil der Vorlesung werden Batteriesysteme für Hybrid- und Elektrofahrzeuge vorgestellt, auf die in diesen verwendeten Batterien und Zellen eingegangen und Modelle zur Beschreibung des elektrischen Verhaltens der Batterie vorgestellt.

### IMS

✓ **Integrierte Systeme und Schaltungen 23688**

2+1 SWS, WS

**Vorlesung:** Systementwurf, Systemspezifikation, Auswahl von Lösungskonzepten, Signalkonditionierung, A/D und D/A- Wandlung, Besonderheiten analoger Systeme, digitale Signalverarbeitung, Ausgangsstufen zur Ansteuerung von Aktoren.

**Übung:** In der Übung werden einige Vorlesungsinhalte vertieft, insbesondere analoge und digitale Filter, sowie FPGA.

✓ **Design analoger Schaltkreise (DAS) 23664**

2+1 SWS, WS

**Vorlesung:** Integrierte Analogschaltungen, Schaltungselemente für Operationsverstärker, Design der Eingangs- und Ausgangsstufen, Stromspiegel und Stromquellen, Frequenzverhalten unter Berücksichtigung der Stabilitätskriterien, Optimierung der Eigenschaften.

**Übung:** Grundlagen des analogen Schaltungsdesigns anhand praxisnaher Beispiele.

✓ **Design digitaler Schaltkreise (DDS) 23683**

2+1 SWS, SS

**Vorlesung:** Aufbau integrierter Digitalschaltkreise, Schaltungskomponenten zur Speicherung und Übertragung von Informationen, FET, CMOS-Inverter, statische und dynamische Gatter, Design digitaler Basiszellen, Taktverteilung für synchrones Schalten, BiCMOS Ausgangsstufen.

**Übung:** Design digitaler Grundschaltungen (Inverter, NAND, NOR), Übertragungskennlinie, Einstellung des Schaltpunkts, Speicherbauelemente, Layout von Basiszellen.

✓ **Seminar "Eingebettete Schaltkreise und Detektoren" (ESD) 23679**

2+0 SWS, WS/SS

Aus den Forschungsschwerpunkten des Instituts werden vor Semesterbeginn Themen zu den Bereichen „Detektoren“ und „Eingebettete Schaltkreise“ an die Teilnehmer vergeben, die dann von diesen selbstständig bearbeitet werden. Die Teilnehmer fertigen eine schriftliche Ausarbeitung über Ihr Thema an und stellen das Ergebnis ihrer Arbeit im Rahmen des Seminars mit einer Präsentation vor.

✓ **Supraleitertechnologie 23676**

2+0 SWS, WS

Grundlagen der Supraleitung, Supraleitende Phänomene, Wechselstromverluste von Supraleitern, Elektrische und thermische Stabilität der Leiter, Herstellverfahren und Eigenschaften der Supraleiter, Elektro-mechanische Eigenschaften von Supraleitern, Fusionsmagnetentechnologie, Hochfeldmagnetentechnologie, Auslegung von Stromzuführungen.

✓ **Supraleitende Systeme 23681**

2+0 SWS, SS

Supraleitende Phänomene, Stabilität der Supraleiter und Verlustmechanismen, Eigenschaften und Entwicklung von Supraleitermaterialien, Supraleitende Energieübertragung, Supraleitende Motoren und Generatoren, Supraleitende Transformatoren, Supraleitende Strombegrenzer, Supraleitende magnetische Energiespeicher, Supraleitende Magnete, Anwendungen der Supraleitung in der Elektronik, Grundlagen der Kryotechnik.

✓ **Seminar Projektmanagement für Ingenieure 23684 (SQ)**

2+0 SWS, SS

Grundlagen der Projektorganisation und des Projektmanagements, Projektkommunikation und Dokumentation (z.B. Inhalte technischer Spezifikationen), Softwaretools zur Ressourcenplanung, Qualitätssicherung, Claim Management in Projekten.

✓ **Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt 23678**

2+0 SWS, WS

Astrophysikalische Strahlungsquellen im All, Halbleiter-Detektoren, SIS-Mischer für Radioteleskope, Hot-Electron-Bolometer (HEB), Systemintegration und Hochfrequenzelektronik (Ausleseschaltungen, Verstärker, Filter, etc...), Zukünftige Großprojekte (SOFIA, HERSCHEL, ALMA), Detektoren für Röntgenstrahlung (TES/SQUID) und Astroteilchenphysik.

✓ **Solarenergie 23711**

3+1 SWS, WS

Regenerative Energiequellen sind eine zentrale Zukunftstechnologie und von rapide wachsender wirtschaftlicher Bedeutung. Hier werden neben unterschiedlichen etablierten Photovoltaiktechnologien auch neuartige PV-Technologien der nächsten Generationen diskutiert. Darüber hinaus werden alternative Ansätze zur Nutzung der Sonnenenergie wie Solarthermie oder passive Solarenergienutzung vermittelt.

✓ **Solarenergy 23745**

3+1 SWS, WS

Englischsprachiges Äquivalent zur Vorlesung Solarenergie.

✓ **Grundlagen der Plasmatechnologie 23734**

2+0 SWS, SS

Die energieeffizienteste Umwandlung von elektrischer Energie in Licht gelingt weiterhin mit Gasentladungslampen, die ca. 80% der gesamten künstlichen Lichterzeugung ausmachen. Hier werden die Grundlagen dieser Technologie vermittelt.

✓ **Optische Technologien im Automobil 23740**

2+0 SWS, SS

Signal-Leuchten, Scheinwerfer, lichtbasierte Fahrerassistenzsysteme, Innenraumbeleuchtung sind einige der Themen, welche die Vorlesung behandelt. Viele praktische Beispiele runden die Darbietung ab.

✓ **Displaytechnik I 23738**

1+0 SWS, WS

Grundlagen des visuellen Systems des Menschen, Lichtmesstechnik, aktive (lichtemittierende) Displays.

✓ **Displaytechnik II 23732**

1+0 SWS, SS

Passive (lichtmodulierende) Displays, Schwerpunkte LCD und ePaper.

✓ **Nanoscale Systems for Opto-Electronics 23716**

2+0 SWS, SS

Diese Vorlesung bietet den Einblick in die Grundlagen der opto-elektronischen Anwertfunktionen von Quantenmaterialien basierend auf Halbleiternanostrukturen und nanoskaligen Metallen. Die Brücke zwischen den grundlegenden Konzepten der opto-elektronischen Skalierung vom Makroskopischen in den Nanometerbereich eröffnet neue Möglichkeiten für die Umsetzung von Bauteilen im Bereich der Quantenelektronik, wie z.B. Quantenpunkt-Laser, Einzelphotonenquellen und Nanosolarmodulen. Die Veranstaltung kann grundsätzlich durchgängig zweisprachig (Deutsch und Englisch) angeboten werden.

✓ **Nanoplasmonik 23743**

2+0 SWS, WS

Diese Vorlesung behandelt die Grundlagen der Materie-Licht Wechselwirkung von nanometallischen Systemen als potentielle Informationstechnologie der nächsten Generation. Die Integration von Licht als Informationstransportmedium jenseits der Diffraktionsgrenze bietet dabei die Möglichkeit hohe Packungsdichten von nanoskaligen Leiterbahnen mit der Informationsbandbreite bei optischen Frequenzen zu verheiraten. Die Veranstaltung kann grundsätzlich durchgängig zweisprachig (Deutsch und Englisch) angeboten werden.

✓ **Lichttechnik 23743**

2+1 SWS, WS

Diese Vorlesung behandelt die Grundlagen der Materie-Licht Wechselwirkung von nanometallischen Systemen als potentielle Informationstechnologie der nächsten Generation. Die Integration von Licht als Informationstransportmedium jenseits der Diffraktionsgrenze bietet dabei die Möglichkeit hohe Packungsdichten von nanoskaligen Leiterbahnen mit der Informationsbandbreite bei optischen Frequenzen zu verheiraten. Die Veranstaltung kann grundsätzlich durchgängig zweisprachig (Deutsch und Englisch) angeboten werden.

✓ **Photovoltaik 23737**

4+0 SWS, WS

Aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften ermöglichen halbleitende Materialien die direkte Umwandlung von Sonnenstrahlung in elektrische Energie. Hier werden die Funktionsprinzipien und die Anwendungen von zahlreichen Technologien, ausgehend von Silizium-bis hin zu modernen Farbstoff-Solarzellen, erarbeitet.

Diese Vorlesung findet auf Englisch statt.

✓ **Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser 23746**

2+0 SWS, SS

Der Betrieb moderner Lichtquellen und Laser erfolgt mittels hoch spezialisierter elektronischen Schaltungen. Hier werden Schaltungskonzepte zum Betrieb und Dimmung von LED, Plasmastrahlungsquellen sowie von Pumplichtquellen für Farbstoff- und Festkörperlaser behandelt.

✓ **Plasmastrahlungsquellen 23729**

1+0 SWS, WS

Mit etwa 75% Marktanteil am Weltmarkt für Lampen in der Allgemeinbeleuchtung dominieren Plasmastrahler diesen Markt, wobei ein weiteres Wachstum prognostiziert wird. Hier werden, aufbauend auf den Grundlagen der Plasmatechnologie (23734), unterschiedliche Möglichkeiten zur Lichterzeugung mittels Plasmastrahlern diskutiert und ein Einblick in die zugehörigen Betriebsgeräte gegeben.

✓ **Labor Nanotechnologie 23714**

0+4 SWS, WS/SS

In diesem Labor haben Sie die Möglichkeit selbst in Reinrum- und Laserlaboren zu arbeiten. Dabei werden Sie in unterschiedliche lithographische Technologien zur Herstellung von nanoskaligen Strukturen sowie die zugehörigen Analysemethoden eingeführt. Ein weiterer Bestandteil dieses Labors ist die eigenständige Herstellung und Charakterisierung von organischen Leuchtdioden.

## Neue Lehrveranstaltungen im Wahlbereich

✓ **Thin Films: Technology, Physics and Applications, 23665**

2+0 SWS, WS, englisch

Patterning methods suitable for nanometer-scale features of electronic devices will be considered in details. Experimental methods of characterization of material, geometrical, optical, physical, superconducting, electron and phonon properties of thin films, nanostructure made of these films and devices based on these nanostructure will be discussed. Practical actualization of the knowledge is possible in frame of the Praktikum Nanoelektronik (23669).

*Das Fach ist in zwei VL aufgeteilt worden:*

***Thin Films: Technology, Physics and Application I***

***Thin Films: Technology, Physics and Application II***

✓ **Single-Photon Detectors, 23680**

2+1 SWS, SS, englisch

Overview of modern single-photon detectors: basic characteristics, principle of operation, areas of application, challenges in development and optimization of detectors and detection systems.

*Die VL wird durch eine Übung auf 2+1 erweitert.*

✓ **Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen (MPM), 23691**

2+1 SWS, WS

Überblick über die Trends zur Miniaturisierung passiver Mikrowellenschaltungen und deren aktueller Einsatzgebiete. Dabei werden zunächst die treibenden Kräfte für die Miniaturisierung herausgearbeitet und an konkreten Beispielen die Vorgehensweise unter Berücksichtigung entsprechender Randbedingungen dargestellt. Den Abschluss bildet die Vorstellung aktueller Forschungsschwerpunkte bzw. -anwendungen solcher Mikrowellenschaltungen.

*Die VL wird durch eine Übung auf 2+1 erweitert.*

✓ **Praktikum System-On-Chip (SOC),**

0+4 SWS, WS

Wird erneut angeboten.

## Schlüsselqualifikationen

Die Module für den Bereich der Schlüsselqualifikationen sind mit mindestens 6 Leistungspunkten aus Veranstaltungen der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik oder einer anderen Fakultät in Rücksprache mit dem Studienberater zu wählen.

Die ausgewählten Fächer sollten folgenden, beispielhaft ausgewählten Veranstaltungen ähnlich sein:

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik:

- Betriebswirtschaft für Ingenieure an Fallbeispielen.
- Das Berufsfeld des Ingenieurs in modernen Unternehmen.
- Seminar Projektmanagement für Ingenieure

Andere Fakultäten:

- Entrepreneurship I.
- Industriebetriebswirtschaftslehre für Studierende des Maschinenbaus und der Elektrotechnik.
- Tutorenschulung.
- Nichttechnische Seminare mit Vortrag.
- Sprachkurse.

## ✓ (Team-) Masterarbeiten

***Masterarbeiten können jederzeit, auch außerhalb des Vorlesungszeitraums begonnen und bearbeitet werden!***

Im Rahmen von Masterarbeiten werden sowohl praktische als auch theoretische Aufgabenstellungen aus den verschiedenen Forschungsbereichen der Institute selbständig bearbeitet. Auf diese Weise können Studierende sich direkt in die aktuellen und hochinteressanten Forschungsprojekte der Institute einbringen. Die Dauer der Arbeit beträgt 6 Monate.

*Ein **persönliches Gespräch** mit den Betreuern ist empfehlenswert, da neueste Themen oft noch nicht aushängen, oder die genaue Aufgabenstellung an die Wünsche des Studierenden angepasst werden kann.*

## Informationen zum Studienplan

Bereits zu Beginn des Masterstudiums sollte eine Beratung zur Planung des „Individuellen Studienplans“ mit einem der Studienberater stattfinden.

Spätestens zur Anmeldung der Masterarbeit muss dieser Studienplan vom Modellberater genehmigt und beim Masterprüfungsamt (MPA, IEH, Geb. 30.36, 2.OG.) eingereicht werden. Dieser individuelle Studienplan legt fest, welche Fächer im Rahmen des Masterstudiums gehört werden bzw. welche davon in die Masternote einfließen.

### Notenbildung

Jede Lehrveranstaltung hat abhängig von der Semesterwochenstundenzahl (SWS) einen Gewichtungsfaktor, mit der sie in die Gesamtnote eingeht. Folgende Gruppen von Lehrveranstaltungen werden dabei berücksichtigt:

✓ Feste Modellfächer	50 LP
✓ Wählbare Modellfächer	20 LP
✓ Schlüsselqualifikationen	6 LP
✓ Industriepraktikum	15 LP
✓ Masterarbeit	30 LP
<hr/>	
Summe	121 LP

Im „Individuellen Studienplan“ werden nun alle Modellfächer, feste als auch wählbare namentlich inklusive der Vorlesungsnummer, der Semesterwochenstundenzahl (SWS) und der Leistungspunkte (LP) aufgelistet.

Da nur **70 LP** zur Berechnung der Masternote genutzt werden, muss der Studierende bei Überschreiten dieser Stundenzahl die zusätzlich abgelegten Prüfungsleistungen beim MPA mit einem *Antrag als Zusatzfächer* festlegen. Diese werden bei der Berechnung der Gesamtnote nicht

berücksichtigt, aber im Masterzeugnis aufgeführt.

## Randbedingungen

Folgende Randbedingungen werden für den Modellplan vorgegeben, und sind daher für alle Studierende im Modell 22 verpflichtend:

- ✓ Neben dem Praktikum in den festen Modellfächern muss noch ein weiteres Praktikum aus der Liste der wählbaren Modellfächer belegt werden.
- ✓ 70 LP aus festen und wählbaren Modellfächern (aus ihnen wird die Endnote berechnet!).
- ✓ Es dürfen bis zu 30 LP mehr im Modellplan als später im Zeugnis stehen. Geprüfte Zusatzfächer können mit Note im Zeugnis aufgeführt werden, gehen aber nicht in die Berechnung der Gesamtnote ein.
- ✓ Schlüsselqualifikationen mit 6 LP sind verpflichtend.
- ✓ **Fremdsprachenkenntnisse** müssen nachgewiesen werden (z.B. durch: Besuch einer englischsprachigen Vorlesung oder aber auch durch Abitur).

## **Persönliche Notizen**