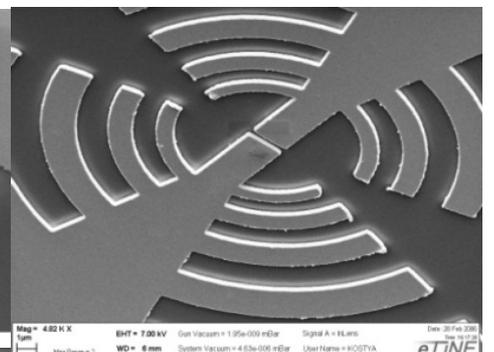
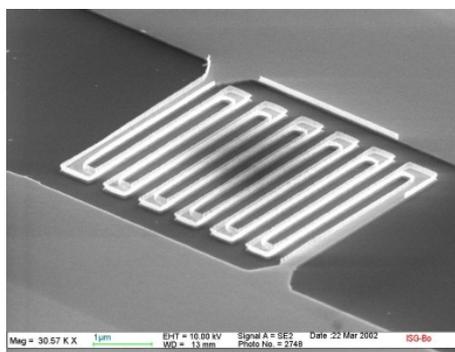
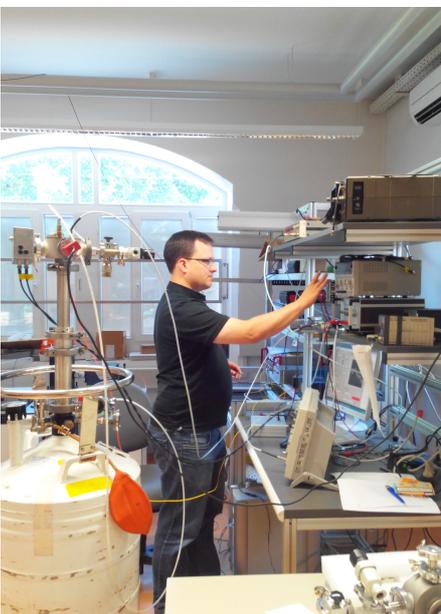


# Studienmodell 15

## Mikro- und Nanoelektronik

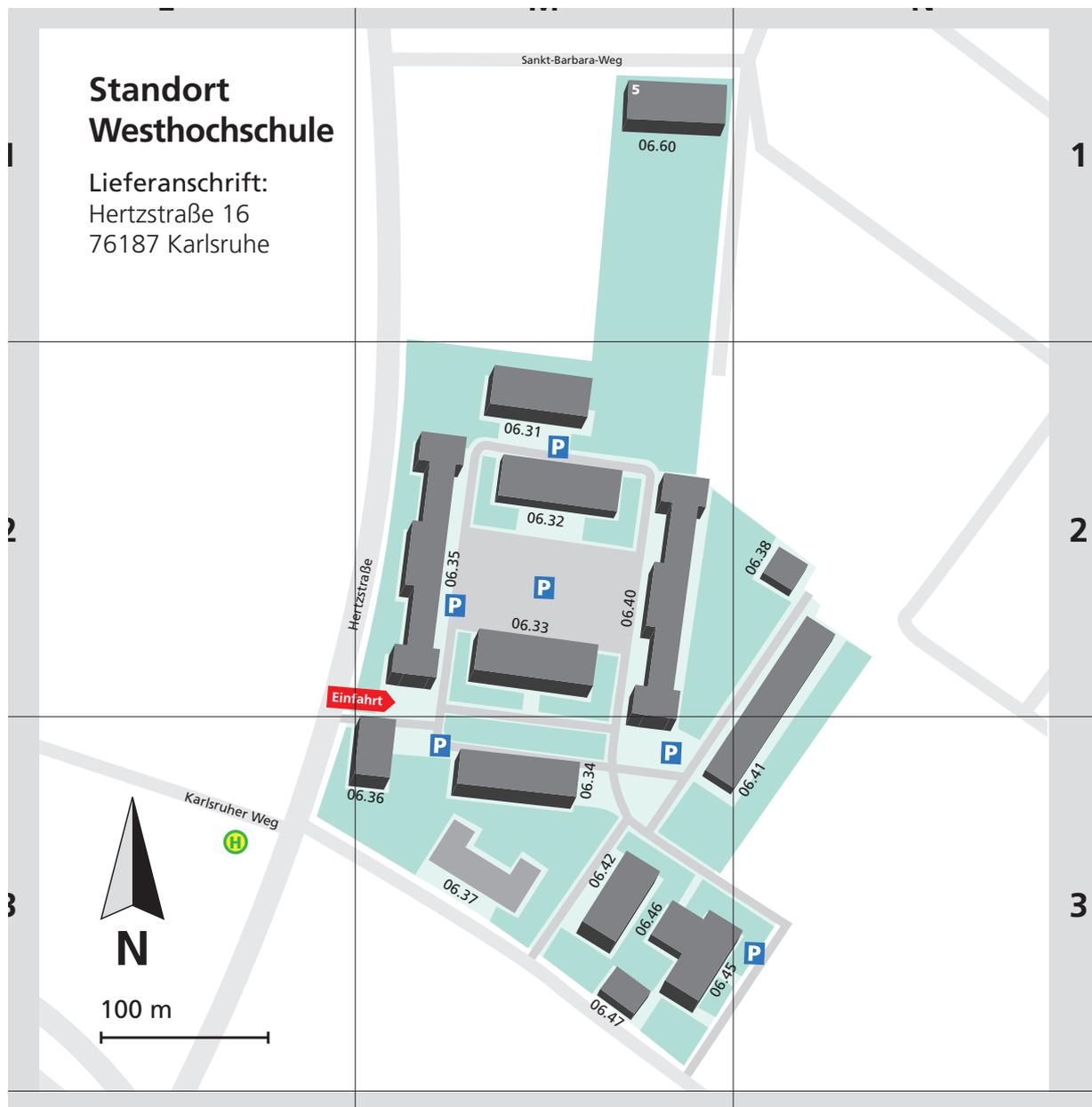


Institut für Mikro- und Nanoelektronische Systeme  
Hertzstrasse 16, 76187 Karlsruhe  
[www.ims.kit.edu](http://www.ims.kit.edu)

# Interesse?

*Fragen Sie uns, wir helfen gerne weiter.*

Sie finden uns im Geb. 06.41 am Campus Süd Standort West.



## Masterstudium Mikro- und Nanoelektronik - Schwerpunkte am IMS

Blickt man auf die wenigen Jahrzehnte der „Integrierten Schaltungstechnik“ zurück, erkennt man, dass die Anzahl der Bauelemente eines IC's ständig zunimmt, ohne wesentliche Vergrößerung der benötigten Chipfläche. Dabei spielt die Mikro- und Nanoelektronik als eine der Schlüsseltechnologien für die moderne Kommunikationsgesellschaft eine immer bedeutendere Rolle.

Heutzutage ist die CMOS-Technik die Standardtechnologie sowohl für die Herstellung höchstintegrierter Schaltkreise wie Mikroprozessoren und Speicherbausteine als auch für analoge Anwendungen mit geringster Verlustleistung für den Einsatz in batteriebetriebenen Systemen. Aber auch Kombinationen von CMOS-Elementen mit bipolarer Technik oder mit SiGe-Hetero-Bipolartransistoren erlangt eine immer größere Bedeutung. Eine Integration von heterogenen Technologien zur Realisierung extrem schneller, verlustarmer Baugruppen bzw. Chips wird durch den Einsatz modernster Verfahren der Nanostukturierung möglich. Damit sind dann integrierte Systeme mit nanoelektronischen Bauelementen vom Sensor, über die analoge und digitale Signalverarbeitung bis hin zum Aktuator realisierbar. Zum Verständnis weiterer Miniaturisierungsschritte bis hin zu Nanobauelementen und -schaltungen sind grundlegende Kenntnisse der zur Verfügung stehenden Technologien notwendig.

Im Rahmen der Vorlesungen und Praktika des Instituts werden die wesentlichen Elemente zum Verständnis von integrierten Bauelementen, analogen und digitalen Grundschaltungen, dem Design von integrierten Analog- und Digitalschaltungen und „Mixed Signal“ Bausteinen vermittelt. Das Ziel unserer Ausbildung ist ein Ingenieur,

der über wesentliche Kenntnisse der modernsten Technologien für den Einsatz von komplexen integrierten Systemen in verschiedenen Bereichen der Informationstechnik und damit über ein solides Wissen im Entwurf, der Simulation und im Testen von analogen und digitalen Schaltkreisen und integrierter Systemlösungen auf einem Chip verfügt. Für Absolventen unseres Studienmodells ergeben sich auf Grund der fundierten Kenntnisse von Analog-, Digital und Hochfrequenztechnik ausgezeichnete Berufschancen. Die Grundlagen des Studienganges werden in den Pflichtmodulen vermittelt.

In den Vorlesungen werden Kenntnisse über bisherige und zukünftige Technologien für höchstintegrierte Schaltungen, sowie die bei einer weiteren Miniaturisierung der Bauelemente zu lösenden Herausforderungen vermittelt. In den Übungen zu den Vorlesungen lernen die Studierenden anhand von Beispielen die Werkzeuge für die Simulation und das Design von integrierten Systemen wie z.B. Microwave Office, Agilent ADS und Matlab/Simulink kennen.

Die in den Vorlesungen erworbenen Kenntnisse werden in Praktika wie „*Nanoelektronik*“, „*Schaltungsdesign mit FPGA*“ oder „*Adaptive Sensorelektronik*“ anhand von praktischen Beispielen vertieft und ergänzt. Hier werden immer aktuellste Versionen modernster, in der Industrie eingesetzter Entwicklungsumgebungen verwendet.

Aufgrund der weiten Einsatzgebiete moderner integrierter Systeme sind Vertiefungen durch die Wahlmodule in weitere Wissensbereiche möglich. Diese ermöglichen einerseits eine Verbreiterung des materialwissenschaftlichen und elektrotechnischen

Wissens auf aktuellsten Gebieten der modernen Elektronik, insbesondere der Nanotechnologie. Neben den genannten Wahlmodulen 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 und Informatik 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 optimale Vorbereitung auf das spätere Berufsleben zu sichern. In den Praktika und

der Masterarbeit sollen sowohl 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, hard- 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.

# Übersicht der Lehrveranstaltungen

## 1. Pflichtmodule (Feste Modellfächer)

Sem.	Vorl.Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V+Ü	LP	Prüfungsart
SS	23498 23499	Numerische Methoden	2+1	4.5	schriftlich
WS	23407 23409	Mikrowellentechnik	2+1	4.5	schriftlich
WS	23720 23722	Technische Optik	2+1	4.5	schriftlich
WS	23125 23127	Integrierte Signalverarbeitungssysteme	2+1	4.5	schriftlich
WS	23207 23213	Batterien und Brennstoffzellen	2+1	4.5	schriftlich
WS	23660	VLSI-Technologie	2+0	3	mündlich
SS	23668	Nanoelektronik	2+0	3	mündlich
WS	23688 23690	Integrierte Systeme und Schaltungen	2+1	4,5	mündlich
WS	23664 23666	Design analoger Schaltkreise	2+1	4.5	mündlich
SS	23683 23685	Design digitaler Schaltkreise	2+1	4.5	mündlich
WS	23681	Supraleitende Systeme der Energietechnik	2+0	3	mündlich
WS/SS	23669	Praktikum Nanoelektronik	0+4	6	mündlich
<b>Summe</b>			<b>34</b>	<b>51</b>	

**Verantwortlich:** Prof. Dr. M. Siegel, Tel.: 0721 / 608-44960  
 Email: [michael.siegel@kit.edu](mailto:michael.siegel@kit.edu)

**Studienberater:** Dr.-Ing. Stefan Wünsch, Tel.: 0721 / 608-44449  
 Email: [stefan.wuensch@kit.edu](mailto:stefan.wuensch@kit.edu)

# Übersicht der Lehrveranstaltungen

(Für Masterstudierende nach PO SS 2015)

## 1. Pflichtmodule (Feste Modellfächer)

Sem.	Vorl.Nr.	Lehrveranstaltung	SWS V+Ü	LP	Prüfungsart
SS	23498 23499	Numerische Methoden	2+1	5	schriftlich
WS	23407 23409	Mikrowellentechnik	2+1	5	schriftlich
WS	23720 23722	Technische Optik	2+1	5	schriftlich
WS	23125 23127	Integrierte Signalverarbeitungssysteme	2+1	5	schriftlich
WS	23207 23213	Batterien und Brennstoffzellen	2+1	5	schriftlich
WS	23660	VLSI-Technologie	2+0	3	mündlich
SS	23668	Nanoelektronik	2+0	3	mündlich
WS	23688 23690	Integrierte Systeme und Schaltungen	2+1	4	mündlich
WS	23664 23666	Design analoger Schaltkreise	2+1	4	mündlich
SS	23683 23685	Design digitaler Schaltkreise	2+1	4	mündlich
WS	23681	Supraleitende Systeme der Energietechnik	2+0	3	mündlich
WS/SS	23669	Praktikum Nanoelektronik	0+4	6	mündlich
<b>Summe</b>			<b>34</b>	<b>52</b>	

**Verantwortlich:** Prof. Dr. M. Siegel, Tel.: 0721 / 608-44960  
Email: [michael.siegel@kit.edu](mailto:michael.siegel@kit.edu)

**Studienberater:** Dr.-Ing. Stefan Wunsch, Tel.: 0721 / 608-44449  
Email: [stefan.wuensch@kit.edu](mailto:stefan.wuensch@kit.edu)

### Änderung im Pflichtbereich

✓ **Die Vorlesung Single-Photon Detectors inkl. Übung ersetzt die nicht mehr angebotene Vorlesung Integrierte Signalverarbeitungssysteme im Pflichtbereich!**

# Übersicht der Lehrveranstaltungen

(Für Masterstudierende ab WS2018/19)

## Vertiefungsrichtung Modell 15

(Vorabinfo ohne Gewähr)

### Grundlagen der Vertiefungsrichtung (GVR)

Sem.	Institut	Lehrveranstaltung	SWS V+Ü	LP	Prüfungsart
SS	MATH	Numerische Methoden	2+1	5	schriftlich
WS	IMS	VLSI-Technologie	2	3	mündlich
WS	IIT	Messtechnik	2+1	4	schriftlich

### Pflichtbereich der Vertiefungsrichtung (PVR)

WS+SS	IHE	Mikrowellentechnik	2+1	5	schriftlich
WS	LTI	Technische Optik	2+1	5	schriftlich
WS	IIT	Methoden der Signalverarbeitung	2+1+1	6	schriftlich
WS	IMS	Integrierte Systeme und Schaltungen	2+1	4	schriftlich
WS	IPE	Design analoger Schaltkreise	2+1	4	mündlich
SS	IMS	Single-Photon Detectors	2+1	4	mündlich
WS	IAM-WET	Sensoren	2	3	schriftlich
WS	IMS	Thin Films: Technology, Physics and Application I	2	3	mündlich
SS	IMS	Nanoelektronik	2	3	mündlich
WS	IHE	Hoch- und Höchstfrequenzhalbleiterschaltungen	2+14	4	schriftlich

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>

**Verantwortlich:** Prof. Dr. M. Siegel, Tel.: 0721 / 608-44960  
Email: [michael.siegel@kit.edu](mailto:michael.siegel@kit.edu)

**Studienberater:** Dr.-Ing. Stefan Wünsch, Tel.: 0721 / 608-44449  
Email: [stefan.wuensch@kit.edu](mailto:stefan.wuensch@kit.edu)

## 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 15:

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	Prüfungsart
WS	23680	Single-Photon Detectors	2+0	3	mündlich
WS/SS	23672	Praktikum Adaptive Sensorelektronik	0+4	6	mündlich
WS/SS	23674	Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA	0+4	6	mündlich
SS	23744	Praktikum Modellierung und Entwurf optoelektronischer Bauelemente und Systeme mit Matlab/Simulink	0+4	6	mündlich
SS	23676	Supraleitertechnologie	2+0	3	mündlich
WS	23678	Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt	2+0	3	mündlich
WS	23679	Seminar „Eingebettete Schaltkreise und Detektoren“	2+0	3	mündlich
SS	23682	Superconducting Materials for Energy Applications	2+0	3	mündlich
SS	23410 23412	Antennen und Antennensysteme	2+1	4,5	mündlich
WS	23419 23421	Hoch- und Höchstfrequenzhalbleiterschaltungen	2+1	4,5	schriftlich
SS	23420 23422	Mikrowellenmesstechnik	2+1	4,5	mündlich
SS	23441 23443	Active Integrated Circuits for Millimeter-Wave Applications	2+1	4,5	mündlich
WS	23474	Einführung in die Quantentheorie für Elektrotechniker	3+0	4,5	mündlich
SS	23476	Quanteneffektbauelemente und Halbleitertechnologie	2+0	3	mündlich
SS	23612	Praktikum System-on-Chip	0+4	6	mündlich
SS	23619 23621	Hardware-Synthese und -Optimierung	3+1	6	mündlich
WS	23620 23623	Hardware/Software Codesign	2+1	4,5	mündlich
WS	23231	Sensoren	2+0	3	schriftlich
SS	23240	Sensorsysteme	2+0	3	mündlich
SS	23064	Analyse und Entwurf multisensorieller Systeme	2+0	3	mündlich
WS	23069	Prinzipien der Sensorfusion in integrierten Navigationssystemen	2+0	3	mündlich
SS	23726 23728	Optoelektronik	2+1	4,5	mündlich
WS	23269	Biomedizinische Messtechnik I	2+0	3	mündlich

## 2. Wahlmodule (Wählbare Modellfächer)

(Für Masterstudierende ab Ersteinschreibung SS 2015)

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 15:

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	Prüfungsart
SS	23680	Single-Photon Detectors	2+0	3	mündlich
WS/SS	23672	Praktikum Adaptive Sensorelektronik	0+4	6	mündlich
WS/SS	23674	Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA	0+4	6	mündlich
SS	23744	Praktikum Modellierung und Entwurf optoelektronischer Bauelemente und Systeme mit Matlab/Simulink	0+4	6	mündlich
SS	23676	Supraleitertechnologie	2+0	3	mündlich
WS	23678	Detektoren für die Astronomie und Raumfahrt	2+0	3	mündlich
WS	23679	Seminar „Eingebettete Schaltkreise und Detektoren“	2+0	3	mündlich
SS	23682	Superconducting Materials for Energy Applications	2+0	3	mündlich
WS	23410 23412	Antennen und Mehrantennensysteme	3+1	6	mündlich
WS	23419 23421	Hoch- und Höchstfrequenzhalbleiterschaltungen	2+1	4	schriftlich
SS	23420 23422	Mikrowellenmesstechnik	2+1	4	mündlich
SS	23441 23443	Active Integrated Circuits for Millimeter-Wave Applications	2+1	4	mündlich
WS	23474	Einführung in die Quantentheorie für Elektrotechniker	3+0	4	mündlich
SS	23476	Quanteneffektbauelemente und Halbleitertechnologie	2+0	3	mündlich
SS	23612	Praktikum System-on-Chip	0+4	6	mündlich
SS	23619 23621	Hardware-Synthese und -Optimierung	3+1	6	mündlich
WS	23620 23623	Hardware/Software Codesign	2+1	4	mündlich
WS	23231	Sensoren	2+0	3	schriftlich
SS	23240	Sensorsysteme	2+0	3	mündlich
SS	23064	Analyse und Entwurf multisensorieller Systeme	2+0	3	mündlich
WS	23069	Prinzipien der Sensorfusion in integrierten Navigationssystemen	2+0	3	mündlich
SS	23726 23728	Optoelektronik	2+1	4	mündlich
WS	23269	Biomedizinische Messtechnik I	2+0	3	mündlich

## Lehrveranstaltungen des IMS

### Pflicht- und Wahlmodule

#### ✓ **VLSI-Technologie (VLSI), 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.

#### ✓ **Integrierte Systeme und Schaltungen (ISS), 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.

#### ✓ **Nanoelektronik (Nano), 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.

#### ✓ **Single-Photon Detectors, 23680**

2+0 SWS, SS

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

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

2+1 SWS, WS

**Vorlesung:** Integrierte Anlogschaltungen, 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 mit Cadence (Inverter, NAND, NOR), Übertragungskennlinie, Einstellung des Schaltpunkts, Speicherbauelemente, Layout von Basiszellen.

✓ **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, Lauflichtprogrammierung, Erstellung digitaler Filter, Messung der Filter und Diskussion der Ergebnisse.

✓ **Praktikum Adaptive Sensorelektronik (ASE) 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.

✓ **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.

✓ **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 wird ab SS 2017 in zwei VL aufgeteilt:*

***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 und Pflichtfach anstelle ISVS.*

✓ **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 ab WS 17/18 auf 2+1 erweitert.*

✓ **Praktikum System-On-Chip (SOC),**

0+4 SWS, WS

Wird erneut angeboten.

Weitere Lehrveranstaltungen (Prof. Noe, Prof. Holzapfel, PD Dr. Scherer)

✓ **Supraleitertechnologie 23676**

2+0 SWS, WS

Grundlagen der Supraleitung, Supraleitende Phänomene, Wechselstromverluste von Supraleitern, Elektrische und thermische Stabilität der Leiter, Herstellungsverfahren und Eigenschaften der Supraleiter, Elektromechanische Eigenschaften von Supraleitern, Fusionsmagnetentechnologie, Hochfeldmagnetentechnologie, Auslegung von Stromzuführungen.

✓ **Supraleitende Systeme der Energietechnik 23681**

2+0 SWS, WS

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

✓ **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.

✓ **Superconducting Materials for Energy Applications 23682**

2+0 SWS, SS

Grundlagen der Supraleitung, Supraleitermaterialien I (Tieftemperatursupraleiter), Supraleitermaterialien II (Hochtemperatursupraleiter), Stabilität, AC Verluste, Simulation und Modellierung, Kabel, Fehlerstrombegrenzer, Magnetspulen, Motoren und Transformatoren.

## 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.

## Masterarbeit am IMS

### ✓ (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.*

### **Wir bieten:**

#### ✓ **Möglichkeit zur wissenschaftlichen Mitarbeit für Studierende.**

#### ✓ **Weltweite Vernetzung durch**

- ✓ Austausch von Wissenschaftlern und Studenten.
- ✓ Internationale Projekte und Zusammenarbeiten mit Universitäten und Firmen (Ericsson, CNRS/THALES, CEA Grenoble, DLR, Texas Instruments, Chalmers, Twente, Cambridge, Neapel, Moskau, St. Petersburg, Nagoya, IAF Freiburg).
- ✓ Zusammenarbeit mit amerikanischen Universitäten und Forschungslabors (Berkeley, JPL, NASA, Los Alamos, IBM).
- ✓ Kooperationen mit Firmen (Siemens, Daimler-Chrysler, Infineon, Bosch, Prema Semiconductor, NEC, Hitachi).

#### ✓ **Masterarbeiten in folgenden Themenbereichen:**

- ✓ Design von integrierten analogen und Mixed-Signal Schaltungen.
- ✓ Simulation, Implementierung und Charakterisierung und von rauscharmen und extrem breitbandigen HF-Verstärkern.
- ✓ Extraktion von SPICE- und S-Parametern von HEMT- und SiGe -Transistoren aus DC und HF-Messungen bis zu 67 GHz.
- ✓ Aufbau von Mikrocontroller-Systemen zur Messdatenerfassung und Anlagensteuerung.
- ✓ Simulation, Herstellung und Charakterisierung von Nanosensoren und nanoelektronischen Bauelementen.

## Informationen zum Studienplan (bis PO 2015)

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	34 SWS, 51 LP
✓ Wählbare Modellfächer	12 SWS, 18 LP
✓ Schlüsselqualifikationen	4 SWS, 6 LP
✓ Industriepraktikum	10 SWS, 15 LP
<hr/>	
✓ Masterarbeit	20 SWS, 30 LP
Summe	80 SWS, 120 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 **46±1 SWS** (69±1,5 LP) bzw. für Masterstudierende ab Prüfungsordnung SS 2105 **70±1 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 15 verpflichtend:

- ✓ Neben dem Praktikum in den festen Modellfächern muss noch ein weiteres Praktikum aus der Liste der wählbaren Modellfächer belegt werden.
- ✓ **46±1 SWS (für Masterstudierende mit PO SS 2105 70±1 LP)** feste und wählbare Modellfächer (aus ihnen wird die Endnote berechnet!).
- ✓ Es dürfen bis zu **20 LP (für Masterstudierende mit PO SS 2105 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 4 SWS (6 LP) sind verpflichtend.
- ✓ **Fremdsprachenkenntnisse** müssen nachgewiesen werden (z.B. durch: Besuch einer englischsprachigen Vorlesung oder aber auch durch Abitur).

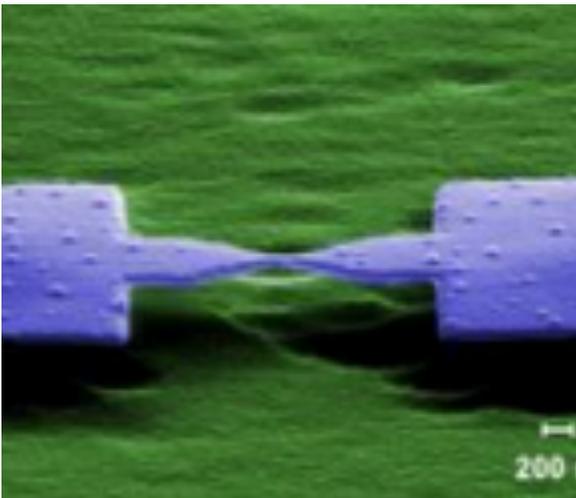
## Forschungsschwerpunkte

### Entwurf und Design integrierter Schaltungen



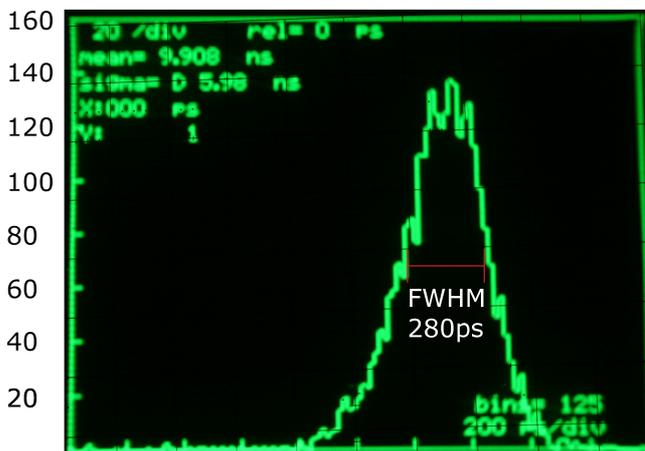
- ✓ Entwicklung von "System-on-Chip"-Lösungen unter Einsatz konventioneller mikroelektronischer sowie neuartiger nanoelektronischer Bauelemente.
- ✓ Entwicklung integrierter Schaltungen für die hochempfindliche und extrem schnelle Messtechnik, mobile Kommunikation und den Automotiv-Bereich.
- ✓ Entwicklung von heterogenen integrierten Schaltungen unter Einsatz von halbleitenden, metallischen und oxidischen Funktionsschichten.
- ✓ Simulation von integrierten Hochfrequenzschaltkreisen.
- ✓ Simulation von Schaltkreisen mit extrem hoher Taktfrequenz.
- ✓ Einbettung von Nanostrukturen in konventionelle Schaltkreise.

### Entwurf und Implementierung von Nanostrukturen für Sensorik und Quantenelektronik



- ✓ Entwicklung technologischer Verfahren zur Integration von heterogenen Funktionsschichten.
- ✓ Elektronenstrahl-Lithografie.
- ✓ Entwicklung nanoelektronischer Bauelemente.
- ✓ Nanostrukturen für Quantenelektronik.
- ✓ Magnetoelektronik für die digitale Speichertechnik und Sensorik.
- ✓ Hochintegrierte Supraleiterelektronik

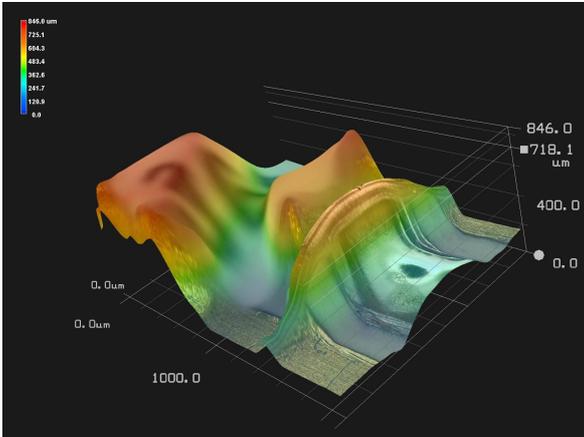
### Charakterisierung und



- ✓ „System-on-Chip“ Funktionstest.
- ✓ Test der Bauelemente- und Schaltkreisfunktionen.
- ✓ Netzwerkanalyse passiver und aktiver Bauelementestrukturen.
- ✓ Charakterisierung des dynamischen Schaltverhaltens.
- ✓ Charakterisierung der Funktion von halbleitenden, magnetischen und metallischen Bauelementen.
- ✓ Rauschuntersuchungen vom DC- bis in den Hochfrequenzbereich.

## Ausstattung des Institutes

### Simulation und CAD-Systeme



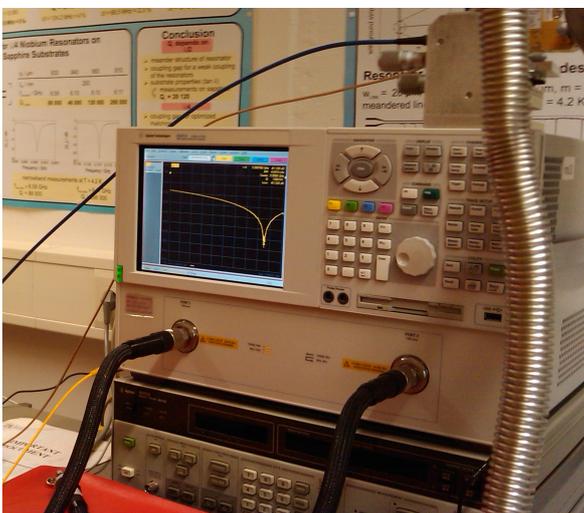
- ✓ IC-Entwurfssystem: Cadence.
- ✓ Matlab/Simulink.
- ✓ Analog/Digital-Simulation: SPICE-G3, Cadence PSpice.
- ✓ Altera Quartus II Entwicklungssystem.
- ✓ Mikrowellen-Simulation: SONNET, Agilent ADS, IE3D, HFSS, Microwave Office.

### Technologie integrierter Schaltkreise



- ✓ Reinraum mit optischer und Elektronenstrahl-Lithografie
- ✓ Sputter- und Bedampfungsanlagen
- ✓ Anlagen zum plasmachemisches, nasschemisches und Ionenstrahlätzen.
- ✓ Rasterelektronenmikroskop mit EDX-Zusatz zur Analyse integrierter Schaltungen.
- ✓ Analyse dünner Schichten mit Ellipsometer, AFM und Profilometer.
- ✓ Auflicht- und Polarisations-Mikroskope.

### Messtechnik



- ✓ Messplätze zum Test und zur Charakterisierung von integrierten Schaltkreisen und Bauelementen im Frequenzbereich von DC bis 67 GHz.
- ✓ Signal- und TDR-Analyse bis 50 GHz.
- ✓ Netzwerk- und Spektrum-Analysator für Frequenzen bis 67 GHz.
- ✓ Rauschmessplatz für DC bis 20 GHz.
- ✓ Bauelementecharakterisierung im Temperaturbereich von 0.3 K bis 400 K.
- ✓ Elektromagnetische Abschirmkammer ( $f < 40$  GHz).
- ✓ Messtechnik bis 1,02 THz.

## **Persönliche Notizen**

## **Persönliche Notizen**

## **Persönliche Notizen**