

Hauptstudium im Studiengang Elektrotechnik Studienrichtung

Mikroelektronik

(Gültig ab dem Immatrikulationsjahrgang 2003, Ausgabe April 2005)

Die Lehre gestalten:

Institut für Aufbau- und Verbindungstechnik der Elektronik
Institut für Feinwerktechnik und Elektronik Design
Institut für Festkörperelektronik
Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik
Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik

Vorwort

Liebe Studentinnen und Studenten,

mit dem vorliegenden Studienführer wollen wir Ihnen das Studium in der Studienrichtung Mikroelektronik innerhalb des Studiengangs Elektrotechnik näher erläutern.

Bildungsziel

Das Bildungsziel für die Studienrichtung Mikroelektronik besteht in der Ausbildung von Elektroingenieuren, die, aufbauend auf soliden naturwissenschaftlich-technischen Grundkenntnissen, die Gebiete des Entwurfs, der Verarbeitung und der Anwendung moderner elektronischer Bauelemente und integrierter Schaltungen beherrschen. Ein besonderes Kennzeichen ist die Vermittlung von Kenntnissen und Fertigkeiten zur praktischen Umsetzung des erworbenen Wissens in hocheffiziente Technologien und stabile Fertigungsprozesse.

Damit Sie besser verstehen können, wie wir durch die Gestaltung des Studiums dieses Ziel erreichen wollen, möchte ich Ihnen einige unserer weiterführenden Überlegungen zur Mikroelektronik erläutern.

Was ist Mikroelektronik?

Die **Mikroelektronik** umfasst den großen Zweig der Elektronik, der sich mit dem Entwurf, der Herstellung und dem Einsatz von integrierten Schaltungen befasst. Dies sind elektronische Schaltungen, bei denen zahlreiche Bauelemente gleichzeitig auf einem gemeinsamen Halbleiterchip, meist aus Silizium, in Abmessungen von wenigen Millimetern, untergebracht werden.

Die **Festkörperelektronik** als Teilgebiet der Festkörperphysik befasst sich mit den physikalischen Effekten durch elektrische Ladungsträger, die in festen Stoffen (Isolatoren/Dielektrika, Halbleiter) oder an Grenzflächen von festen Stoffen (lokale Leitfähigkeitsänderungen im Silizium, Metall-Halbleiter-Kontakte) auftreten. Insbesondere gehören dazu die den Strom gleichrichtenden oder verstärkenden Effekte, wie Dioden, Transistoren, die in integrierten Schaltungen angewendet werden, aber auch physikalische Effekte der Umwandlung nichtelektrischer Größen (z. B. mechanischer, thermischer, magnetischer Natur), in elektrische, die für mikroelektronische Sensoren Anwendung finden.

Elektronische Bauelemente und integrierte Schaltkreise nutzen Halbleitereffekte, um mit elektronischen Signalen bestimmte elektronische Funktionen zu erfüllen. Das können kontinuierliche elektrische Signale sein, wie sie beispielsweise im Audiobereich in der Heimelektronik genutzt werden, oder digitale Signale, die in Computerschaltkreisen oder in digitalen Geräten der Heimelektronik Anwendung finden. Mit geeigneten Einzelbauelementen (Widerstände, Dioden, Transistoren) oder komplexen Schaltungen mit vielen integrierten Einzelbauelementen (integrierte Schaltkreise, z. B. Prozessoren und Speicher) lassen sich vielfältige Anforderungen erfüllen.

Der **Schaltkreisentwurf** befasst sich mit den Methoden der Umsetzung physikalischer Bauelementemodelle in geometrische Formen, die später im Halbleitertechnologischen Prozess gefertigt werden sollen. Um auch integrierte Schaltungen mit vielen Millionen Transistoren entwerfen zu können, finden vielfältige CAD-Methoden bei der Entwicklung des Schaltungs-Layouts Anwendung.

Aufgabe der **Halbleitertechnologie** ist es, auf der Basis von Schaltungsentwürfen (die in Fotomasken zur Strukturübertragung umgesetzt werden) elektronische Bauelemente und integrierte Schaltungen zu fertigen. Um Bauelemente herzustellen, die später in elektronischen Leiterplatten verwendet werden können, beinhaltet die Halbleitertechnik sowohl die Prozesse zur Bearbeitung von Siliziumscheiben mit entsprechenden Ausrüstungen, als auch die Prozesse der Herstellung fertiger Bauelemente aus den Silizium-Chips.

Die **Mikrosystemtechnik** ist ein relativ junges Gebiet der Technik, das sich mit miniaturisierten Systemen befasst, die neben mikroelektronischen Schaltungen für die Signalverarbeitung auch Mikrosensoren zur Signalgewinnung sowie Miniaturantriebe (-motoren) enthalten. Mit Mikrosystemen ist es möglich, Daten aus der Umwelt zu gewinnen, sie zu verarbeiten und so die entsprechenden Prozesse und Objekte wieder zu beeinflussen. Beispiele dafür sind Mikroanalysesysteme, miniaturisierte drahtlose Erkennungssysteme, implantierbare biomedizinische Geräte, Schaltkreise zur mechanischen Strahlablenkung für moderne Projektionssysteme, immer kleinere

Schreib-/Leseköpfe in der Speichertechnik und Multisensorarrays wie elektronische Nasen, Zungen oder Augen.

Die **Nanoelektronik** eröffnet den Ausblick der Mikroelektronik in das Übermorgen. Wenn nach 2020 die physikalischen Grenzen für die Miniaturisierung und die Erhöhung der Integrationsdichte für Rechner- und Speicherschaltkreise erreicht sind, werden neuartige Prinzipien und Werkstoffe im Mittelpunkt der Forschung und Entwicklung stehen. Nanoröhrchen aus Kohlenstoff und Einelektronenbauelemente führen schon jetzt zu immer neuen Schlagzeilen in der Wissenschaftswelt, viele weitere faszinierende Entwicklungen sind in den nächsten Jahren und Jahrzehnten zu erwarten.

Worin liegt die Bedeutung der Mikroelektronik?

Wie ich versucht habe zu erläutern, verbirgt sich hinter Mikroelektronik viel mehr als nur Rechner- und Speicherschaltkreise: Sensorik und Mikroaktorik, Mikrosystem- und Nanotechnik. Kein elektronischer und elektrotechnischer Industriezweig ist heute mehr ohne Mikroelektronik, ohne Sensorik oder ohne Mikrosystemtechnik vorstellbar. Dies betrifft alle Fachgebiete: die Automatisierungstechnik und die Informationstechnik, aber auch die Mikro- und Feinwerktechnik und sogar die Elektroenergietechnik.

Andererseits wird Mikroelektronik oftmals mit schwierigen Perioden in der Entwicklung des Halbleitermarktes identifiziert. Hier muss jedoch auf zwei andere Fakten verwiesen werden:

- Der durchschnittliche Umsatzzuwachs des Halbleiterweltmarktes seit 1960 beträgt jährlich 14 %, das ist mehr als das Doppelte der Zuwachsrates in der allgemeinen Elektroindustrie. Sicherlich ist in der Zukunft zu erwarten, dass sich die Zuwachsrates in der Mikroelektronik umso mehr der elektronischen Industrie angleichen wird, je mehr sie alle Bereiche der Elektrotechnik/Elektronik/Informationstechnik durchdrungen hat. Gegenwärtig sind jedoch im Automobilbereich, in der Sensorik und in anderen Gebieten auch weiterhin noch überdurchschnittliche Zuwachsrates zu verzeichnen.
- Mikroelektronik ist nicht nur durch Rechner- und Speicherschaltkreise bestimmt: Die Mikrosystemtechnik und die Nanotechnologie sind Gebiete, deren Entwicklung völlig anders als die des Halbleitermarktes verläuft. Die Sensorik beispielsweise hat seit mehreren Jahrzehnten ausnahmslos positive Umsatzzuwächse erwirtschaftet, der durchschnittliche Jahreszuwachs liegt bei 8 %. Die Personalentwicklung in der Sensorik verlief in den letzten 20 Jahren ausnahmslos immer wachsend, auch wenn sie in der Elektronikindustrie einmal rückläufig war.

Warum ein Fachstudium der Mikroelektronik?

Zuerst ist einmal festzustellen: Mit der Wahl eines Ingenieurstudiums haben Sie sich prinzipiell für eines der Studienfächer entschieden, das unmittelbar zur industriellen Produktion und damit ganz ursächlich zum Volkswohlstand beiträgt. Jede der Studienrichtungen in der Elektrotechnik hat perspektivisch große Bedeutung, so dass Sie bei jeder Entscheidung für eine der Studienrichtungen im Studiengang Elektrotechnik eine richtige Entscheidung treffen. Als Leiter der Studienrichtung Mikroelekt-

ronik möchte ich natürlich gern darauf verweisen, dass Mikroelektronik eine außerordentlich abwechslungsreiche und interdisziplinäre Studienrichtung ist. Mikroelektronik umfasst:

- Werkstoffe der Mikroelektronik, Mikrosystemtechnik und Nanotechnologie,
- Technologien zur Herstellung von Halbleiterbauelementen, Mikrosystemen und Nanokomponenten,
- den Entwurf von analogen und digitalen Schaltungen und Bauelementen, aber auch von mikromechanischen, mikrooptischen, mikrofluidischen und anderen Mikrosystemen,
- die Anwendung halbleitertechnologischer Effekte, Werkstoffe und Verfahren in der Sensortechnik, der Heimelektronik, der Automobiltechnik, der Medizintechnik und vielen anderen Bereichen.

Dem Diplomingenieur für Elektrotechnik mit der Vertiefungsrichtung Mikroelektronik bieten sich sowohl in den großen Elektronikunternehmen als auch in vielen mittelständischen Betrieben hervorragende Einsatzchancen. Allein in den Mikroelektronikunternehmen im Raum Dresden werden weit über 500 Mitarbeiter pro Jahr eingestellt, rund 20 % von ihnen als Diplomingenieure.

Wenn Sie die Region Dresden betrachten, stehen Ihnen nach erfolgreichem Studium aber nicht nur die „Großen“ (Infineon, AMD oder ZMD) offen, sondern auch viele andere klein- und mittelständische Unternehmen nicht nur im Umfeld dieser großen Firmen (vgl. z. B. www.silicon-saxony.net) und eine beachtliche Anzahl unterschiedlichster Forschungseinrichtungen. Viele Praktikanten, Diplomanden und Absolventen unserer Studienrichtung können außerdem davon berichten, dass die Ausbildung auch für internationale Karrieren befähigt.

Wenn Sie weitergehende Auskünfte haben wollen, stehen wir Ihnen gern für persönliche Gespräche zur Verfügung.

Im Namen der Professoren und Mitarbeiter der Studienrichtung Mikroelektronik

Ihr

Prof. Dr. Gerald Gerlach
Studienrichtungsleiter

Struktur des Studiengangs Elektrotechnik

Die Struktur des Studiengangs ist bereits im Grundstudienführer beschrieben worden. Er ist ein ingenieurwissenschaftlicher, universitärer Studiengang, der der modernen Entwicklung auf den Gebieten der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnologien Rechnung trägt. Die Regelstudiendauer beträgt zehn Semester. Der Studiengang ist gegliedert in ein für alle Studierenden gemeinsames viersemestriges Grundstudium, das mit einer Diplom-Vorprüfung abschließt. Daran schließt sich ein das Berufsbild bestimmendes sechssemestriges Hauptstudium an, das sich in fünf Studienrichtungen vollzieht und in der Regel im sechsten Fachsemester mit der Diplomprüfung endet.

Grundstudium

Das nunmehr bereits absolvierte Grundstudium umfasst die ersten vier Semester, ist modular aufgebaut und so konzipiert, dass den Studierenden Kenntnisse und Fertigkeiten der mathematisch-naturwissenschaftlichen und der technischen Grundlagen eines elektrotechnischen Ingenieurstudiums vermittelt werden. Das abgeschlossene Grundstudium versetzt den Studierenden in die Lage, an anderen deutschen Hochschulen ein Hauptstudium im Studiengang Elektrotechnik aufzunehmen.

Die Module des Grundstudiums sind:

- Algebraische und analytische Grundlagen
- Mehrdimensionale Differential- und Integralrechnung
- Spezielle Kapitel der Mathematik
- Physik
- Informatik und Mikrorechentechnik
- Grundlagen der Elektrotechnik
- Elektrische und magnetische Felder
- Dynamische Netzwerke
- Systemtheorie
- Mikroelektronik
- Geräteentwicklung
- Automatisierungstechnik
- Nachrichtentechnik
- Elektroenergietechnik

Hauptstudium

Das Hauptstudium beginnt im 5. Semester, dauert in der Regel sechs Fachsemester und schließt mit der Anfertigung einer Diplomarbeit, dem Diplomkolloquium sowie der Diplomprüfung ab. Der Studierende kann sich entsprechend seiner beruflichen Vorstellungen zu Beginn des Hauptstudiums für die fachliche Qualifizierung in einer der nachfolgend genannten Studienrichtungen entscheiden:

- Automatisierungs- und Regelungstechnik (ART),
- Elektroenergietechnik (EET),
- Feinwerk- und Mikrotechnik (FMT),

- Informationstechnik (IT) und
- Mikroelektronik (MEL).

Im Verlaufe des Hauptstudiums werden dem Studierenden das für die spätere berufliche Tätigkeit erforderliche fachspezifische Wissen, die Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie die erforderlichen wissenschaftlichen Methoden vermittelt.

Das Hauptstudium ist modular aufgebaut (Bild 1). Die Pflichtmodule, wie theoretische Elektrotechnik, Schaltungstechnik und Messtechnik sind für jeden Studierenden bindend und werden durch studienrichtungsspezifische Pflichtmodule bis in das 8. Semester ergänzt. Sie bilden die Grundlage für die berufliche Orientierung des Studierenden.

Aus der Summe der Wahlpflichtmodule der bevorzugten Studienrichtung, aber auch aus den Wahlpflichtmodulen weiterer Studienrichtungen kann der Studierende entsprechend seiner Interessenlage Lehrfächer belegen und Prüfungsleistungen erbringen. Die Inanspruchnahme einer fachlichen Beratung bei der Auswahl durch die vertretenden Hochschullehrer ist erwünscht.

Mit dem erfolgreichen Abschluss des jeweiligen Moduls erwirbt der Studierende Leistungspunkte. Entsprechend dem im Rahmen des von der Europäischen Kommission geschaffenen „European Credit Transfer Systems (ECTS)“ des Programms „Europe-an Community Action Scheme for Mobility of University Students (ERASMUS)“, die zur Leistungsanrechnung bei einem Hochschulwechsel innerhalb der Mitgliedsländer der Europäischen Gemeinschaft verwendet werden können.

Das Hauptstudium im Studiengang Elektrotechnik wird vervollständigt durch die individuelle Belegung von Lehrfächern im Studium generale, durch die eigenständige Anfertigung einer Studienarbeit und ein Fach- und/oder Auslandspraktikum im festgelegten Umfang (vgl. Diplomstudienordnung).

Ausbildungsinhalte der Studienrichtung

Das Hauptstudium verfolgt das Ziel, dem Studierenden das für die spätere berufliche Tätigkeit erforderliche fachspezifische Wissen zu vermitteln und seine Fähigkeiten und Fertigkeiten zu entwickeln, es mit wissenschaftlichen Methoden zur Anwendung zu bringen. Wie aus dem Studienablaufplan detailliert ersichtlich ist, sind hierzu in bestimmtem Umfang Pflichtfächer für alle Studierenden der Studienrichtung und darüber hinaus Wahlpflichtfächer individuell zu belegen, die in Form von Modulen inhaltlich orientiert empfohlen werden.

Das Hauptstudium enthält über die eigentlichen Lehrveranstaltungen hinaus als wesentliche Elemente die Anfertigung einer selbständigen wissenschaftlichen Studienarbeit, es verlangt ein Fach- und/oder Auslandspraktikum in festgelegtem Umfang und schließt nach Erfüllung der in der Diplomordnung festgelegten Voraussetzungen mit der Anfertigung einer Diplomarbeit ab. Ergänzend wird die Belegung von Lehrveranstaltungen im Studium generale verlangt, das den Blick über das eigene Fachgebiet hinaus weiten soll.

Struktur der Studienrichtung

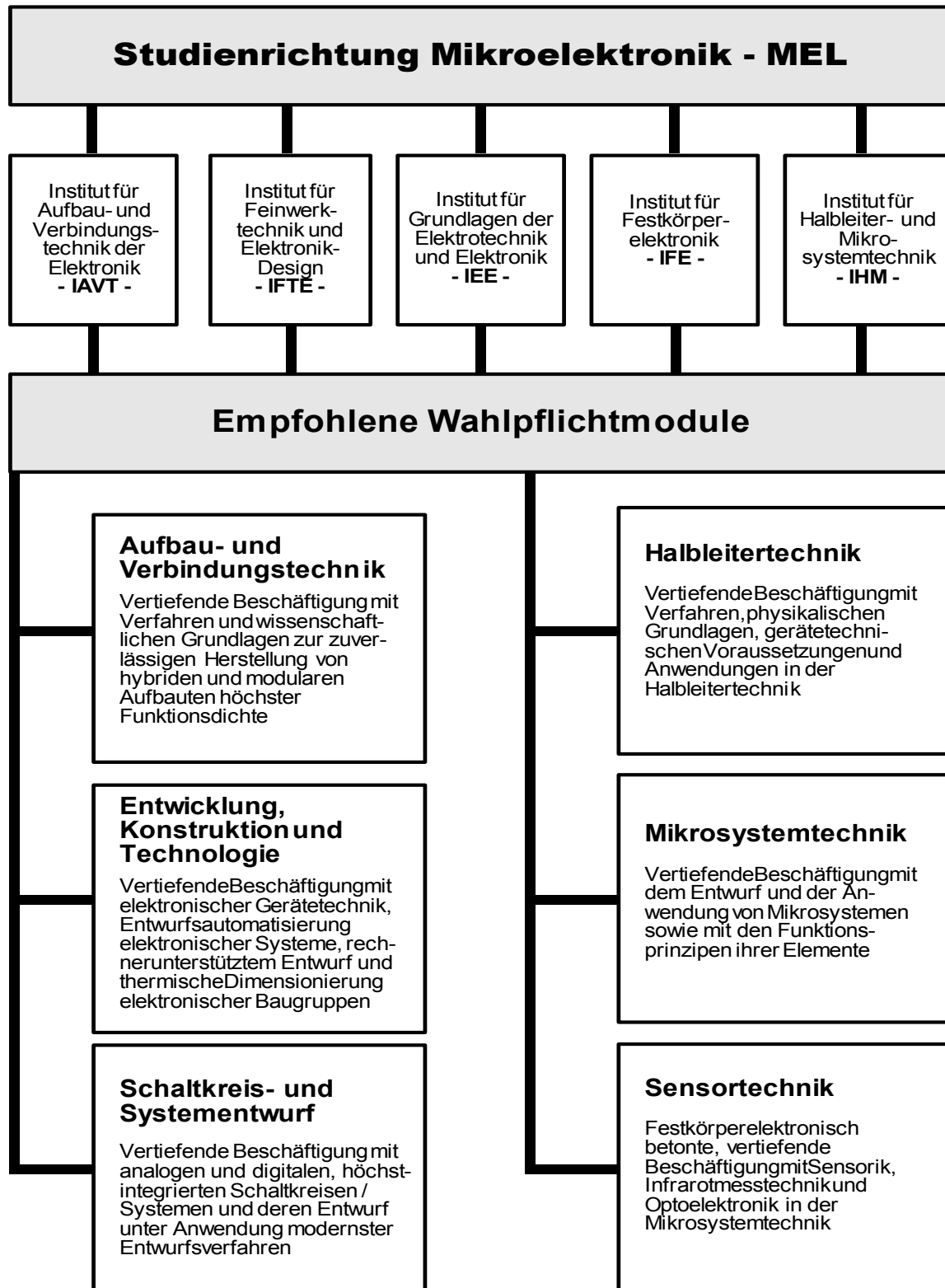


Bild 1: Struktur der Studienrichtung

Studienablaufpläne der Studienrichtung

Hauptstudienplan, Strukturschema der Pflichtmodule

5. Semester	6. Semester	7. Semester	8. Semester	9. Semester	10. Semester
<div>Halbleiterelektronik 2 1 0</div> <div>Messtechnik 2 1 0</div> <div>Aufbau-und-Verbindungstechnik I AVT I 2 0 0</div> <div>Mikrosystemtechnik 2 0 0</div> <div>Theoretische Elektrotechnik I, II Theoretische ET I 2 2 0</div> <div>Werkstoffe II 2 0 0</div> <div>Analoge Schalt.-tech. 3 2 0</div>	<div>AVT I 0 0 2</div> <div>Mikrosystemtechnik 0 0 2</div> <div>Theoretische Elektrotechnik I, II Theoretische ET II 2 1 0</div> <div>Werkstoffe II 0 0 1</div> <div>Schaltungstechnik Digitale Schalt.-tech. 3 2 0</div> <div>Halbleitertechnologie I 4 0 0</div> <div>Sensorik I Sensorik I 2 1 0</div> <div>Σ 15 / 6 / 0</div>	<div>Praktikum Schalt.-tech. 0 0 2</div> <div>Schaltkreis-u. Systementwurf SuSE 2 1 0</div> <div>VLSI-Prozessorientwurf 2 1 0</div> <div>Σ 4 / 2 / 2</div>	<div>Wahlpflichtmodule / Studienarbeit</div> <div>Σ 0 / 0 / 2</div>	Fachpraxis	Diplomarbeit
Σ 15 / 6 / 0	Σ 11 / 4 / 5	Σ 4 / 2 / 2	Σ 0 / 0 / 2		
Wahlpflichtmodule					
29 SWS					
Studium generale					
6 SWS					
Studienarbeit					
450 Std.					

Bild 2: Schema des modularen Aufbaus des Hauptstudiums

Hauptstudienplan, Stundentafel der Pflichtmodule

Modul	SWS	5. Sem. V Ü P A	6. Sem. V Ü P A	7. Sem. V Ü P A	8. Sem. V Ü P A
Halbleiterelektronik	3	2 1 0 F			
Messtechnik	3	2 1 0 F			
Aufbau- u. Verbindungstechnik I	4	2 0 0 PL	0 0 2 aPL, (F)		
Mikrosystemtechnik	4	2 0 0	0 0 2 PL, aPL, (F)		
Theoretische Elektrotechnik I, II	7	2 2 0 PL	2 1 0 PL, (F)		
Werkstoffe II	3	2 0 0	0 0 1 PVL		
Schaltungstechnik - Analoge Schaltungstechnik - Digitale Schaltungstechnik - Praktikum Schaltungstechnik	12	3 2 0 PL	3 2 0 PL	(F) 0 0 2 aPL	
Halbleitertechnologie I	4		4 0 0 F		
Sensorik I	3		2 1 0 F		
Schaltkreis- und Systementwurf	3			2 1 0 F*)	
VLSI-Prozessorientwurf	5			2 1 0	0 0 2 F*)
Zwischensumme V/Ü/P		15 / 6 / 0	11 / 4 / 5	4 / 2 / 2	0 / 0 / 2
Pflichtmodule (Summe)	51	21	20	8	2
Wahlpflichtmodule (Summe)	29	Vorzugsweise auf 6. bis 8. Semester verteilt			
Studium generale **)	6	Vorzugsweise im 7. und 8. Semester			
Gesamtsumme	86				
Exkursionen		1 Tag	1 Tag	1 Tag	1 Tag
Studienarbeit		Bearbeitungszeit 450 Std., vorzugsweise 7. / 8. Semester			
Fachpraxis		18 Wochen, vorzugsweise 9. Semester			
Diplomarbeit		Bearbeitungszeit 6 Monate, im 10. Semester			

Erläuterungen:

SWS	Semesterwochenstunden	F	Fachprüfung
Sem.	Semester (15 Wochen)	(F)	Fachnote, gebildet aus Noten von Prüfungsleistungen
V	Vorlesungsstunden pro Woche	PL	Prüfungsleistung
Ü	Übungsstunden pro Woche	aPL	alternative Prüfungsleistung
P	Praktikumsstunden pro Woche	PVL	Prüfungsvorleistung für Diplomarbeit
A	Abschlussleistung		
*)	Projektarbeit		
**)	Studium generale kann auch in anderen Semestern und auch mit Ü oder P belegt werden.		

❖ **Wahlpflichtmodule** mit ihren Wahlpflichtfächern

Wahlpflichtmodule sind eine inhaltliche Orientierungshilfe für die Ausgestaltung einer vom Studierenden anzustrebenden Spezialisierung.

• **Aufbau- und Verbindungstechnik**

- | | |
|-------------------------------------|---|
| - Fertigungssysteme der Elektronik | - Statistische Methoden der Verfahrensoptimierung |
| - Aufbau- und Verbindungstechnik II | - Zuverlässigkeit elektronischer Baugruppen |
| - Werkstoffe III | - Oberseminar Aufbau- und Verbindungstechnik |
| - Hybridtechnik | - Prüftechnik / Visuelle Inspektion |
| - Lasertechnik | |

• **Auszug aus Entwicklung, Konstruktion und Technologie**

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| - Finite Elemente Methode | - Entwurfsautomatisierung |
|---------------------------|---------------------------|

• **Halbleitertechnik**

- | | |
|--|-------------------------------|
| - Aufbau- und Verbindungstechnik II | - Vakuumtechnik |
| - Werkstoffe III | - Messtechnik HLT+ MST |
| - Halbleitertechnologie II | - Oberseminar Mikroelektronik |
| - Grundlagen der Finite Elemente Methode | - Dünne Schichten |
| - Physikalische Mikroanalytik | - Mikroelektroniktechnologie |

• **Mikrosystemtechnik**

- | | |
|-------------------------------------|---|
| - Aufbau- und Verbindungstechnik II | - VLSI-Architekturen und Systemsimulation |
| - Entwurf von Mikrosystemen | - Messtechnik HLT+ MST |
| - Werkstoffe III | - Oberseminar Mikroelektronik |
| - Sensorik II | |

• **Schaltkreis- und Systementwurf**

- | | |
|-----------------------------------|--|
| - Integrierte Analogschaltungen | - Logiksimulation und Test |
| - Zellulare Prozessoren | - VLSI-Architekturen und Systemsimulation |
| - Rechnergestützter Layoutentwurf | - Industrielle ASIC's |
| - Entwurf von Mikrosystemen | - Oberseminar VLSI-Schaltungen und Systeme |
| - Entwurfsautomatisierung | |

- **Sensortechnik**

- Qualitätssicherung
- Entwurf von Mikrosystemen
- Festkörperelektronik
- Sensorik II
- Physikalische Mikroanalytik
- Infrarotmesstechnik
- Oberseminar Sensortechnik
- Optoelektronik

Einsatzprofil der Absolventen

Berufliche Tätigkeit

- **Wahlpflichtmodul „Aufbau- und Verbindungstechnik“**

Ziel der Ausbildung ist ein Ingenieur für die Entwicklung von Technologien zur Herstellung moderner hochintegrierter Bauelemente und Baugruppen der Elektronik.

Wesentliche Zielstellung ist die komplexe Beherrschung der Materialien, Aufbautechniken, technologischen Verfahren und Prozesse der Elektroniktechnologie. Rechnergestützte Simulations- und Optimierungsmethoden sind auf allen Stufen der Entwicklungsprozesse anzuwenden.

- **Wahlpflichtmodul „Halbleitertechnik“**

Ziel der Ausbildung ist die Vermittlung des notwendigen Wissens über die modernen Halbleitertechnologien zu Herstellung von integrierten Schaltkreisen.

Dabei werden neben den einzelnen Technologischen Verfahren im Besonderen die komplexen Wechselwirkungen zwischen Verfahren, Materialien, Design und elektrischer Funktion vermittelt. Dies ist das Rüstzeug für einen Ingenieur im Forschungs-, Entwicklungs- und Fertigungsbereich der Mikroelektronikindustrie.

- **Wahlpflichtmodul „Mikrosystemtechnik“**

Ziel der Ausbildung ist es, komplexes Wissen über den Entwurf, die Herstellung und die Charakterisierung von Mikrosystemen zu vermitteln. Dazu sind Kenntnisse über System-Architektur und -Modellierung, Sensorprinzipien, Montagetechnologien und Funktionsprinzipien aller relevanten Materialien notwendig. Damit sind die Voraussetzungen gegeben, um sowohl in der MST-typischen klein- und mittelständischen Industrie als auch in großen Unternehmen der Mikroelektronik in der Forschung, Entwicklung und Fertigung arbeiten zu können.

- **Wahlpflichtmodul „Schaltkreis- und Systementwurf“**

Das Ziel der Ausbildung sind Fähigkeiten zum Entwurf von komplexen integrierten Schaltungen und Systemen. Es werden die notwendigen Grundlagen sowie spezielle Kenntnisse zur Implementierung von analogen, digitalen und gemischt analog-digitalen Schaltungen, für die Modellierung, Beschreibung und Verifikation integrierter Systeme (Verilog, VHDL, SystemC) und für die Entwicklung von Systemarchitekturen (z.B. parallele Prozessoren und Rechenfelder für die Bildverarbeitung) vermittelt. Die Fertigkeiten werden durch anwendungsnahe Pro-

jektarbeiten mit aktueller Entwurfssoftware (Cadence, Synopsys, Xilinx) in einem modernen Workstation-Labor vertieft.

- **Wahlpflichtmodul „Sensortechnik“**

Ziel der Ausbildung ist ein Ingenieur für die Entwicklung, die Herstellung und die Anwendung von Sensoren und Sensorsystemen. Wesentliche Zielstellungen dabei sind die Nutzung und Entwicklung neuer Sensorprinzipien, der Einsatz neuer Materialien und Herstellungsverfahren der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik für die Sensorik sowie den Einsatz moderner Sensoren und Sensorsystemen für spezifische Einsatzgebiete.

Einsatzgebiete

Dem Diplom-Ingenieur der Elektrotechnik mit der Vertiefung Mikroelektronik bieten sich sowohl in den großen Elektronik- und Mikroelektronik-Unternehmen als auch in vielen mittelständischen Betrieben hervorragende Einsatzchancen. Dies betrifft zum Beispiel folgende Gebiete:

- Forschung, Entwicklung und Fertigung in der Mikroelektronik
- Technologieentwicklung für Halbleiterprozesse für die Mikrosystemtechnik
- Halbleiterausrüstungen
- Modellierung und Charakterisierung von Halbleiterbauelementen
- Entwurf von CAD-Werkzeugen
- Chipentwurf
- Systementwurf
- Telekommunikation
- Sensortechnik
- Mikrosystemtechnik
- Heimelektronik, Haushaltsgüter, Bürogeräte
- Medizintechnik

Außerdem besteht die Möglichkeit der wissenschaftlichen Tätigkeit an Universitäten, Forschungsinstituten, Großforschungseinrichtungen und Fraunhofer-Instituten. Dort kann bei entsprechender Eignung auch eine weitergehende Qualifikation (z. B. Promotion) angestrebt werden.