



Hochschule Karlsruhe
Technik und Wirtschaft
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

**Fakultät für Elektro-
und Informationstechnik**

Modulhandbuch

Bachelor-Studiengang

Elektrotechnik – Sensorik

Abschluss: Bachelor of Engineering

**SPO Version 6
Oktober 2015**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Module	4
1.2	Leistungspunkte.....	4
1.3	Prüfungsleistungen	4
2	Übersicht über den Studiengang	5
2.1	Grundstudium	5
2.2	Hauptstudium.....	6
3	Module	8
3.1	Erstes Semester	8
3.1.1	Physikalische Grundlagen der Sensorik 1	8
3.1.2	Elektronik 1	9
3.1.3	Mathematik-Grundlagen 1	11
3.1.4	Physikalische Chemie und Werkstoffe 1	13
3.1.5	Informatik 1	14
3.2	Zweites Semester	16
3.2.1	Physikalische Grundlagen der Sensorik 2	16
3.2.2	Elektronik 2	17
3.2.3	Mathematik-Grundlagen 2	20
3.2.4	Informatik 2	21
3.2.5	Physikalische Chemie und Werkstoffe 2	22
3.3	Drittes Semester	24
3.3.1	Physikalische Grundlagen der Sensorik 3	24
3.3.2	Elektrochemische Sensorik.....	27
3.3.3	Digitale Kommunikation	28
3.3.4	Computergestützte Mathematik.....	30
3.3.5	Hybridsysteme	31
3.3.6	Fremdsprachenkompetenz	33
3.4	Viertes Semester	35
3.4.1	Sensoren.....	35
3.4.2	Chemosensorik	37
3.4.3	Elektronik und Regelungstechnik	39
3.4.4	Verarbeitung digitaler Signale.....	41
3.4.5	Mikro- und Nanosysteme	43
3.5	Fünftes Semester	46
3.5.1	Praxisbegleitung	46
3.5.2	Praxistätigkeit.....	47
3.6	Sechstes Semester.....	49
3.6.1	Optoelektronische Sensorik	49
3.6.2	Regelungstechnik und Aktorik	51
3.6.3	Smart Systems.....	53
3.6.4	Wahlpflichtmodul.....	55
3.7	Siebttes Semester	57
3.7.1	Computersimulation	57
3.7.2	Projektarbeit	58
3.7.3	Bachelorthesis	59
3.7.4	Abschlusskolloquium	60

1 Einleitung

Beschrieben wird der Bachelor-Studiengang Elektrotechnik – Sensorik, der an der Fakultät für Elektro- und Informationstechnik der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft angeboten wird.

Ziel des Handbuches ist es, den Studierenden sowie den Studiumsinteressenten einen Überblick über das Bachelorstudium zu geben (Kapitel 2) und gleichzeitig auch eine ausführliche Beschreibung der Lehrinhalte der einzelnen Module und der ihnen zugeordneten Lehrveranstaltungen zu sein. Insofern erfüllt dieses Modulhandbuch auch die Funktion eines kommentierten Vorlesungsverzeichnisses. Die Beschreibung der Module orientiert sich an den Standards, die von der Kultusministerkonferenz (KMK) in ihrem Beschluss vom 15.09.2000 zur Einführung von Leistungspunkten und zur Modularisierung der Studiengänge vorgegeben wurden. Auch die Resultate des Ergebnis-Memorandums der Universitäten des Landes Baden-Württemberg und des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst zu den Bologna-Workshops vom 14. März 2011 fanden Eingang.

1.1 Module

Unter Modularisierung versteht man die Zusammenfassung von Stoffgebieten zu thematisch und zeitlich abgerundeten, in sich geschlossenen und mit Leistungspunkten versehenen abprüfbaren Einheiten, genannt Module. Module können sich aus verschiedenen Lehr- und Lernformen zusammensetzen und umfassen in der Regel Lehrveranstaltungen aus demselben Semester; sie können sich aber auch über mehrere Semester erstrecken. Wenn alle zu einem Modul gehörigen Prüfungsleistungen erbracht sind, werden dem Prüfungskonto Leistungspunkte gutgeschrieben und es wird die Note des Moduls berechnet.

Mit der Modularisierung wird das Ziel verfolgt, die Mobilität der Studierenden zu fördern, indem ein wechselseitiges Anerkennen von Studienleistungen ermöglicht wird.

1.2 Leistungspunkte

Die Leistungspunkte (englisch Credit Points, Abkürzung CP) dienen der quantitativen Erfassung der von den Studierenden erbrachten Arbeitsleistung. Ein Leistungspunkt entspricht dabei einem Studienaufwand von 30 Stunden effektiver Studienzeit; dies umfasst Präsenzzeiten, Vor- und Nachbereitung sowie Prüfungsvorbereitung. Ein Studienjahr umfasst 60 CP, entsprechend 1800 Arbeitsstunden im Jahr. Die zu einem Modul zugehörigen Lehrveranstaltungen und Leistungspunkte der Module sind in den Modulbeschreibungen angegeben.

Leistungspunkte werden nur insgesamt für ein Modul vergeben und nur dann, wenn alle einem Modul zugeordneten Prüfungsleistungen erfolgreich abgelegt wurden.

1.3 Prüfungsleistungen

In der Studien- und Prüfungsordnung sind die Fachprüfungen angegeben, die für das Studium der Sensorik abzulegen sind. Fachprüfungen setzen sich zusammen aus einem oder mehreren Modulen. Die Note für die Fachprüfung wird in der Regel als ein gewichteter Mittelwert der ihr zugeordneten Modulnoten berechnet. Details hierzu ergeben sich aus der Studien- und Prüfungsordnung.

2 Übersicht über den Studiengang

Der Bachelor-Studiengang Elektrotechnik – Sensorik ist in ein Grundstudium und ein Hauptstudium aufgeteilt. Das Grundstudium umfasst die ersten zwei Studiensemester. Das Hauptstudium umfasst die Studiensemester drei bis sieben, wobei das fünfte Semester das praktische Studiensemester ist und im siebenten Semester die Bachelor-Thesis zu erstellen ist.

Eine Übersicht über die im Studium abzuleistenden Module geben die Abbildungen 1 und 2. In den Abbildungen sind semesterweise die Module mit ihren Bezeichnungen und den dazugehörigen Veranstaltungen aufgeführt. Bei den einzelnen Modulen ist jeweils die Anzahl der zugeordneten Leistungspunkte (Credit Points CP) aufgeführt. Zu den jeweiligen Semestern ist die entsprechende Summe der Semesterwochenstunden (SWS) und die Summe der zugeordneten Leistungspunkte (Credit Points CP) auf der linken Seite angegeben.

In jedem Studiensemester sind 30 Leistungspunkte zu erzielen, insgesamt umfasst der Bachelor-Studiengang also 210 Leistungspunkte. Die Anzahl der Semesterwochenstunden der Lehrveranstaltungen schwankt in den Theoriesemestern zwischen 24 und 28 SWS.

2.1 Grundstudium

In Abbildung 1 ist der Aufbau des Grundstudiums Elektrotechnik – Sensorik dargestellt.

2. Sem.	Physik. Grundlagen der Sensorik 2 (6 CP)	Physik. Chemie und Werkstoffe 2 (5 CP)	Elektronik 2 (8 CP)	Mathematik Grundlagen 2 (6 CP)	Informatik 2 (5 CP)
28 SWS					
30 CP	Physik B	Physik. Chemie B	Elektronik 2 (Digitalelektronik)	Mathematik 2	Softwareentwicklung
	Übungen Physik B	Werkstoffe 2	Messtechnik mit Labor	Übungen Mathematik	Übungen Softwareentw.

1. Sem.	Physik. Grundlagen der Sensorik 1 (6 CP)	Physik. Chemie und Werkstoffe 1 (5 CP)	Elektronik 1 (8 CP)	Mathematik Grundlagen 1 (6 CP)	Informatik 1 (5 CP)
26 SWS					
30 CP	Physik A	Physik. Chemie A	Elektronik1 (Analogel.)	Mathematik 1	Programmieren
	Übungen Physik A	Werkstoffe 1	Labor Elektr. + Messtechnik	Übungen Mathematik	Programmieren Übungen

Abbildung 1: Übersicht über die Module des Grundstudiums

Das Grundstudium umfasst Module im Gesamtumfang von 60 CP, aufgeteilt auf zwei Semester. Thematisch gliedert sich das Grundstudium in fünf fachbezogene Themenschwerpunkte.

Der Themenschwerpunkt Mathematik mit den Modulen Mathematik Grundlagen 1 und 2 umfasst zwei Mathematik-Vorlesungen und die dazugehörigen Übungen.

Die Phys. Grundlagen der Sensorik widmen sich den physikalischen Grundlagen der Sensorik und bestehen aus den Lehrveranstaltungen Physik A und B mit den dazugehörigen Übungen.

Die beiden Module physikalische Chemie und Werkstoffe 1 und physikalische Chemie und Werkstoffe 2 bilden einen weiteren Schwerpunkt, der die Grundlage für die spätere Chemosensorik bildet.

Der Schwerpunkt Elektronik und Messtechnik setzt sich zusammen aus den Modulen Elektronik 1 und 2. Thema der Vorlesung Elektronik 1 ist die Analogelektronik, in Elektronik 2 wird die Digitaltechnik behandelt. In den zugehörigen Laboren wird das theoretische Wissen durch praktische Anwendungen vertieft, wobei in Messtechnik A mit Labor noch zusätzlich Wissen zur Fehleranalyse und Fehlerfortpflanzung gelehrt und im Labor angewandt wird.

Programmierenkenntnisse erwerben die Studierenden im Schwerpunkt Informatik, wo in den Modulen Informatik 1 und 2 Grundkenntnisse des Programmierens sowie eine Programmiersprache (C/C++) gelehrt werden.

Die dazugehörigen Übungen finden im Computerpool statt und bieten den Studenten die Gelegenheit, das erlernte Wissen in der Praxis zu erproben.

In den ersten zwei Semestern sind von den Studierenden insgesamt 10 benotete Prüfungsleistungen und 4 Übungs- / Laborveranstaltungen zu absolvieren.

2.2 Hauptstudium

Das Hauptstudium ist in Abbildung 2 dargestellt. Auch hier werden einheitlich 30 CP je Semester vergeben.

7. Sem.	Computer simulation. (8 CP)	Projektarbeit (7 CP)	Bachelorthesis (12 CP)	Abschlusskolloquium (3 CP)
10 SWS	Schaltungslayout			
30 CP	Computergestütztes Messen			

6. Sem.	Optoelektronische Sensorik (9 CP)	Wahlpflichtmodul (6 CP)	Regelungstechnik und Aktorik (9 CP)	Smart Systems (6 CP)
24 SWS	Photonik	TW1	Regelungstechnik 2	Software Eng.
30 CP	Optische Messtechnik	NTW1	Aktorik und Robotik	Embedded Systems
	Labor Optoelektr. Sensorik	NTW2	Labor Regelungstechnik	Übung Emb. Systems

5. Sem.	Praxisbegleitung (6 CP)			
4SWS	Praxisvorbereitung Praxisnachbereitung			
30 CP	Praxistätigkeit (24 CP)			

4. Sem.	Sensoren (7 CP)	Chemosensorik (5 CP)	Elektronik u. Regelungstechnik (7 CP)	Verarbeitung digitaler Signale (6 CP)	Mikro und Nanosysteme (5 CP)
26 SWS	Physikalische Sensoren	Chemo- und Biosensoren	Elektronik 3 (Wechselstromlehre)	Digitale Signalverarbeitung	Mikro- und Nanotechnologie
30 CP			Labor Elektronik 3	Mikroprozessoren	Optoelektronik
	Labor Sensorik	Transportphänomene	Regelungstechnik 1	Labor Mikrorechner	

3. Sem.	Physikalische Grundlagen der Sensorik 3 (7 CP)	Elektrochemische Sensorik (3 CP)	Fremdsprachenkompetenz (4 CP)	Digitale Kommunikation (5 CP)	Computergestützte Mathematik (6 CP)	Hybridsysteme (5 CP)
26 SWS	Physik C	Grundlagen der elektrochemischen Sensorik	Englisch	Bussysteme	Mathematik 3	Hybridintegration
30 CP	Labor Physik und Messtechnik			Labor Digitalelektronik	Computersimulation	Computer Aided Design

Abbildung 2: Übersicht über die Module des Hauptstudiums

Die im dritten und vierten Semester angebotenen Module vermitteln in ihrer Breite das Kernwissen, über das ein Bachelor der Sensorik verfügen muss. Behandelt werden die Fachgebiete Physikalische Sensorik, Chemosensorik, Elektronik und Regelungstechnik, Computergestützte Mathematik, Verarbeitung digitaler

Signale, Hybridsysteme sowie Mikro- und Nanosysteme und als erste Schlüsselqualifikation die Fremdsprachenkompetenz in Englisch.

Das fünfte Studiensemester ist das praktische Studiensemester. Hauptinhalt ist eine Praxistätigkeit in einem Industrieunternehmen. Daneben sind hier auch die Praxisbegleitung mit den Modulen Praxisvor- und -Praxisnachbereitung der Praxistätigkeit als Blockkurs im Umfang von 4 SWS zu besuchen.

Im sechsten Semester ist eine exemplarische Vertiefung nach den Wünschen der Studierenden im Wahlpflichtmodul möglich. Es sind zwei Wahlfächer aus dem nichttechnischen Bereich als weitere Schlüsselqualifikationen zu wählen sowie ein technisches Wahlfach. Weitere thematische Schwerpunkte bilden die Module Optoelektronische Sensorik, Regelungstechnik & Aktorik sowie Smart Systems.

Im siebenten Semester stehen zu Beginn im Modul Computersimulation im Rahmen von Blockveranstaltungen Schaltungslayout und Computergestütztes Messen auf dem Plan. Im Anschluss daran wird nach einer Projektarbeit die Bachelor-Thesis, bevorzugt in der Industrie, angefertigt. Ihr Bearbeitungszeitraum beträgt 4 Monate und kann in Ausnahmefällen auf 6 Monate verlängert werden. Das Studium endet dann mit einem Abschlusskolloquium (mündliche Prüfung).

Im Hauptstudium sind (einschließlich Referat zur Praxistätigkeit, Bachelor-Thesis und Abschlusskolloquium) 17 benotete Prüfungsleistungen abzulegen sowie 17 Studienleistungen (Referate, Übungs- / Laborveranstaltungen) zu erbringen.

3 Module

3.1 Erstes Semester

3.1.1 Physikalische Grundlagen der Sensorik 1

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB110 Phys. Grundlagen der Sensorik 1
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB111 Physik A ESTB112 Übungen Physik A
Studiensemester	1. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Hubert Schwab
Dozenten	Prof. Dr. Hubert Schwab, Prof. Dr. Harald Sehr
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung 4 SWS Übung 2 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Winter- und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 90 h, Eigenstudium 90 h
Kreditpunkte	6 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Physikkenntnisse entsprechend Hochschulreife
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Die Studierenden lernen die grundlegenden Prinzipien der Mechanik und der geometrischen Optik kennen, sodass sie die für die Sensorik wichtigen Phänomene beurteilen und abschätzen können. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Die Grundlagen der Sensorik A (Mechanik und geom. Optik) vermitteln in Verbindung mit den Grundlagen der Sensorik B (Elektrizitätslehre) und der Physik C (Schwingung und Wellen / -optik) das physikalische Grundwissen für die Module Messtechnik und Elektronik (ESTB320), Sensoren (ESTB410), Mikro- und Nanosysteme (ESTB450) und Optoelektronische Sensorik (ESTB610). <i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Die Studierenden sollen die Zusammenhänge Bewegung, Kraftvektor und Beschleunigung sowohl für Translation als auch Rotation verstehen und auf einfache praktische Fragestellungen anwenden können. Sie kennen die Eigenschaften von Kräften (Vektorzerlegung, Gleichgewichtsbedingungen, usw.) und können diese umsetzen. Wichtige Prinzipien wie Energie- und Impulserhaltung sowie den Einfluss von Reibung können die Studierenden darstellen und ausführen. Auch der Begriff Wärme wird eingeführt. Sie verstehen die Grundlagen der harmonischen und gedämpften mechanischen Schwingung und lernen einfache Grundprinzipien der technischen Mechanik kennen. Die Prinzipien der geometrischen Strahlenoptik, v.a. Reflexion und Brechung, können die Studierenden veranschaulichen und die zugehörigen Abbildungsgleichungen auf einfache optische Systeme anwenden. Abschließend lernen sie den Unterschied zur Wellenoptik mit Interferenz und Beugung kennen. Ziel der Übungen ist es, die Inhalte der Vorlesung Physik A anhand von praxisbezogenen Übungsaufgaben und Beispielen zu vertiefen und den Wissensstand durch das eigenständige Erarbeiten und Erläutern der Aufgaben zu überprüfen und zu festigen. Die Studenten lernen anhand von praxisbezogenen Problemstellungen und Aufgaben, Lösungswege und

	Lösungsstrategien zu erarbeiten, anzuwenden und zu erläutern.
Inhalt	<i>Mechanik:</i> • Kinematik (mehrdimensional, Kreisbewegungen) • Dynamik (Newtonsche Axiome, Kräfte und deren Vektoreigenschaften, Impulserhaltung) • Grundlagen technischer Mechanik (Lagerreaktion, Zug und Druck) • Arbeit und Energie (Energieerhaltungssatz, Leistung, Unterschied mech. Energie und Wärme) • Drehbewegungen (Drehmoment, Drehimpulserhaltungssatz) • Mechanik starrer Körper (Massenträgheitsmoment) • Schwingung und Reibung <i>Optik:</i> • Strahlenoptik (Reflexionsgesetz, Brechung, optische Abbildung und Abbildungsgleichungen) • Ausblick el.-mag. Wellen und Strahlung mit Interferenz und Beugung
Studien- und Prüfungsleistungen	Die Kenntnisse der Studierenden werden anhand einer schriftlichen Prüfung (benotet) von 120 min Dauer bewertet.
Medienformen	• Tafelanschrieb • Folien (mittels Overhead oder Beamer) • Versuchsvorfürhungen
Literatur	Vorlesungsskript (Folienskript) E. Hering, R. Martin, M. Stohrer: <i>Physik für Ingenieure</i>, Springer-Verlag P. Dobrinski et al.: <i>Physik für Ingenieure</i>, Teubner Verlag U. Harten: <i>Physik</i>, Springer Verlag H. Lindner: <i>Physik für Ingenieure</i>, Fachbuchverlag Leipzig Bergmann, Schaefer: <i>Lehrbuch der Experimentalphysik, Band 1 (Mechanik, Akustik, Wärme), Band 3 (Optik)</i>, Walter de Gruyter Giancoli: <i>Physik</i>, Pearson Studium P. A Tipler; G. Mosca: <i>Physik für Wissenschaftler und Ingenieure</i>, Elsevier, Spektrum, Akademischer Verlag Gross, Hauger: <i>Techn. Mechanik 1</i>

3.1.2 Elektronik 1

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB120 Elektronik 1
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB121 Elektronik 1 (Analogelektronik) ESTB122 Labor Elektronik u. Messtechnik
Studiensemester	1. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Schönauer
Dozenten	Prof. Dr. Schönauer, Prof. Dr. Grünhaupt, Prof. Dr. Ehinger
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung, 4 SWS Labor-Übung, 2 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 90 h, Eigenstudium Vorlesung 90 h, Eigenstudium Labor 60 h

Kreditpunkte	8 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in • Physik (Ladung, el. und magn.-Feld) • Chemie (Aufb. der Materie, Leitfähigkeit) • Mathematik (Differential-, Integralrechnung, Vektoren)
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Ziel des Moduls ist die Vermittlung von grundlegenden theoretischen und praktischen Kenntnissen der Analog-Elektronik und Messtechnik sowie das Kennenlernen der im Labor eingesetzten Geräte mit ihren Funktionalitäten. In der Vorlesung liegt der Schwerpunkt im Kennenlernen von einfacher elektronischer Grundsaltungen mit Widerständen, Kondensatoren, Spulen, Dioden, Transistoren und Operationsverstärkern, in der Laborveranstaltung auf der schaltungstechnischen Realisierung sowie auf einfachen, entsprechenden Messschaltungen. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> In diesem Modul werden die Theorie aus der Analog-Elektronik und deren experimentelle Umsetzung miteinander verknüpft zu einem elektronischen Basiswissen samt einer gerätetechnischen Grundkompetenz zur Vorbereitung auf die Elektronik-, Messtechnik- und Laborveranstaltungen der nachfolgenden Semester. <i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden Funktion und Aufbau passiver und aktiver elektronischer Bauelemente und erwerben Kompetenz zur Analyse und Aufbau passiver analoger Schaltungen (Strom- und Spannungsteiler, Filter, Gleichrichter- und Begrenzerschaltungen) sowie analoger Grundsaltungen mit aktiven Bauelementen, wie OPs und Transistoren. Zudem beherrschen die Studierenden Grundkenntnisse in der Simulation analoger elektronischer Schaltungen. Die Studierenden kennen die im Labor eingesetzten Messgeräte mit ihren umfangreichen Funktionalitäten und beherrschen den praktischen Aufbau analoger Messschaltungen mit elektronischen Bauteilen (Widerständen, Kondensatoren, Spulen, Dioden, Transistoren und Operationsverstärkern). Die Studierenden können in der Laborpraxis auftretende Messfehler abschätzen bzw. berechnen. Sie kennen die zur Charakterisierung einfacher elektronischer Schaltungen benötigten Messtechniken und die Verifizierung der Ergebnisse anhand von Berechnung und Simulation. Die Studierenden erlernen die Grundlagen der Versuchsbericht-Erstellung.
Inhalt:	<i>Elektronik 1:</i> • Grundlagen passiver elektronischer Bauelemente • Verstärkung und Rauschen • Einfache passive Schaltungen • Dioden und deren Schaltungen • Quellen und Leistungsanpassung • Operationsverstärker (analoge und digitale Schaltungen) • Analoge Bipolar- und Feldeffekt-Transistorschaltungen • Schaltungssimulation mit PSPICE <i>Labor Elektronik und Messtechnik:</i> • Oszilloskop im Analog- und digitalen Speicherbetrieb • Messungen an RC-Gliedern • Messung der Schallgeschwindigkeit, RLC-Messbrücken • DMS-Messschaltungen • Messungen an Transistor- und OP-Grundsaltungen; Erfassung charakteristischer Kennwerte
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 120 min, benotet) bewertet. Die praktischen Fähigkeiten im Umgang mit den Messmitteln und den Laborversuchen werden durch eine praktische Laborabschlussprüfung und schriftliche Berichte zu jedem

	Laborversuch bewertet.
Medienformen	• Overhead-Folien • Tafelanschrieb • PC / Beamer (Skriptum und Animationen) • Schaltungs-Simulationen mit PSICE • Vorlesungsversuche und -experimente • Umfangreiche Laboranleitungen • PSPICE-Simulationsprogramm, Demo-Version installierbar auch auf privaten PCs der Studierenden
Literatur	Schönauer, U.: <i>Vorlesungsskriptum „Elektronik 1“</i> und Empfehlung folgender Lehr- bzw. Fachbücher: Tietze, U.; Schenk, C.: <i>Halbleiter-Schaltungstechnik</i>, Springer-Verlag Neamen, D. A.: <i>Electronic Circuit Analysis and Design</i>, McGraw Hill Kories, R; Schmidt-Walter, H.: <i>Taschenbuch der Elektrotechnik, Grundlagen und Elektronik</i>, Verl. Harri Deutsch H. Frohne; Löcherer, K.-H., et al.: <i>Grundlagen der Elektrotechnik</i>, Teubner-Verlag Beuth, K. u. Beuth, O.: <i>Elektronik 1. Elementare Elektronik. Mit Grundlagen der Elektrotechnik</i>, Vogel-Verlag Meister, H.: <i>Elektronik 1. Elektrotechnische Grundlagen</i>, Vogel-Verlag Dugge, K.-W.; Eißner, A.: <i>Grundlagen der Elektronik</i>, Vogel-Verlag Metz, D.; Naundorf, U.; Schlabbach, J.: <i>Kleine Formelsammlung Elektrotechnik</i>, Hanser Verlag Reisch, M.: <i>Elektronische Bauelemente</i>, Springer-Verlag Böhme, E.: <i>Bauelemente der angewandten Elektronik</i>, Vieweg-Verlag Schmusch, W.: <i>Elektronische Messtechnik</i>, Vogel-Verlag Lerch, R., Kaltenbacher, M., et al.: <i>Elektrische Messtechnik – Übungsbuch</i>, Springer-Verlag

3.1.3 Mathematik-Grundlagen 1

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB130 Mathematik-Grundlagen 1
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB131 Mathematik 1 ESTB132 Übungen Mathematik 1
Studiensemester	1. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Thomas Westermann
Dozenten	Dipl.-Math. Hugelmann
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung / Übung 6 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Sommer- und Wintersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 80 h, Eigenstudium 100 h,
Kreditpunkte	6 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	keine
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Ziel ist es, die Studenten des Studiengangs, die sehr unterschiedliches mathematisches Vorwissen besitzen, auf ein einheitliches mathematisches Niveau zu bringen. Dabei soll die Fähigkeit vermittelt wer-

	den, elementare, mathematische Rechentechniken sowohl auf mathematische Einzelprobleme anzuwenden als auch Anwendungsbeispiele innerhalb der entsprechenden Themengebiete zu lösen. <i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden • das Prinzip der vollständigen Induktion anwenden • elementare Rechenoperationen mit Vektoren durchführen • lineare Gleichungssysteme mit dem Gauß-Algorithmus lösen • elementare Funktionen diskutieren • Newton-Interpolation ausführen • Funktionen in einer Variablen differenzieren • Matrizenrechenoperationen durchführen • mit komplexen Zahlen elementare Rechenoperationen ausführen
Inhalt	• Mengen, Relationen, Abbildungen • Zahlen und Gleichungen - Natürliche Zahlen und vollständige Induktion - Reelle Zahlen und Rechengesetze - Gleichungen und Ungleichungen • Vektoren und Vektorrechnung - Vektoren, Vektorrechnung in der Ebene - Vektoren, Vektorrechnung im Raum • Lineare Gleichungssysteme und Gauß-Algorithmus • Elementare Funktionen mit Anwendungen - Polynome - Rationale Funktionen - Potenz- und Wurfelfunktionen - Exponential- und Logarithmus-; Hyperbolische Funktionen - Trigonometrische Funktionen • Grenzwert und Stetigkeit • Differentialrechnung - Regeln der Differentialrechnung - Ableitung der Umkehrfunktion - Logarithmische Differentiation - Implizite Differentiation - Anwendungsbeispiele aus Physik und Technik (Linearisierung, Fehlerrechnung, Extremwertaufgaben, Mittelwertsatz, Regeln von l'Hospital) • Lineare Algebra - Matrizen - Determinanten - Lösbarkeit von linearen Gleichungssystemen - Vektorräume • Komplexe Zahlen - Darstellung komplexer Zahlen - Rechnen mit komplexen Zahlen (Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division, Potenzen, Wurzeln) • Lineare Differenzialgleichungen 1. Ordnung mit konst. Koeffizienten
Studien- und Prüfungsleistungen	Schriftl. Modulprüfung, ESTB131 und ESTB132 (benotet), Dauer 120 min
Medienformen	• Tafelanschrieb • Folien / Beamer • Kurzvideos und Animationen

Literatur	<i>iMath: Elektronische Sammlung von Übungsaufgaben</i> T. Westermann: <i>Mathematik für Ingenieure</i> , Springer-Verlag, 6. Auflage, 2011
-----------	--

3.1.4 Physikalische Chemie und Werkstoffe 1

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB140 Physikalische Chemie und Werkstoffe 1
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB141 Werkstoffe 1 ESTB142 Physikalische Chemie A
Studiensemester	1. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Juliane Stölting
Dozenten	Prof. Dr. Juliane Stölting
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung, 4 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h, Eigenstudium Vorlesung 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Vorkenntnisse der Chemie aus der Schule
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Ziel des Moduls ist das Verständnis grundlegender Zusammenhänge der Physikalischen Chemie und Werkstoffe in der Sensorik. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> In diesem Modul werden im Vergleich zum Modul Phys. Chemie und Werkstoffe 2 die Gesetzmäßigkeiten des gasförmigen Arbeitsmediums chemischer, physiko-chemischer und biologischer Sensoren sowie deren Sensorprinzipien aufgrund der Eigenschaften von festen Werkstoffen behandelt. <i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls: • kennen die Studierenden das chemisch-physikalische Verhalten von Gasen für sensortechnische Lösungen • verfügen die Studierenden über die Kenntnisse der spektroskopischen Analysemethoden für die sensorischen Anwendungen im Umwelt- und Lebensmittelbereich, sowie im chemischen und biotechnologischen Prozess • verstehen die Studierenden die physiko-chemischen und sensorischen Zusammenhänge der Werkstoffe zur Charakterisierung der Sensoren und ihrer Einsatzgebiete • verfügen die Studierenden über Werkstoffkenntnisse für die Sensorprinzipien und für die Sensoraufbautechniken • besitzen die Studierenden Kenntnisse über die Herstellung miniaturisierter Sensorsysteme, chemischer Mikroreaktoren und Mikroanalysensysteme • sind Studierende in der Lage, im Team physiko-chemische Sensoren bzw. Sensorsysteme für die Umwelt-, Verfahrens- und Medizintechnik sowie für die Bereiche der Biotechnologie und der Erneuerbaren Energien zu entwickeln
Inhalt	<i>Vorlesung Werkstoffe 1:</i>

	• Aufbau und Eigenschaften der Werkstoffe: Atomistische Struktur, Feinstruktur, Gefügestruktur, Sensorprinzipien • Metalle • Legierungen • Dünnschicht-, Dickschichttechnik, Mikromechanik, IC-Technologie • MEMS-Technologie, LIGA-Verfahren, Sprengprägen • Prüfverfahren <i>Vorlesung Physikalische Chemie A:</i> • Spektroskopische Sensoren und ihre Einsatzgebiete • Eigenschaften idealer, realer Gase • Photoakustischer Sensor • Gasmischungen, Partialdruck, Tiefseetauchen • Reaktionskinetik, Katalysatoren • Joule-Thomson-Effekt, Verflüssigung von Luft, Herstellung von reinen Gasen • Überkritische Fluide und ihr Einsatz
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 120 min) bewertet.
Medienformen	• Skript, Tafelanschrieb • Folien / Beamer • Filme, Animationen • Vorlesungsexperimente • Sammlung von Klausuraufgaben
Literatur	H.J. Bargel, G. Schulze: <i>Werkstoffkunde</i>, VDI- Verlag München W. Seidel: <i>Werkstofftechnik</i>, Hanser Verlag München P.W. Atkins: <i>Physikalische Chemie</i>, VCH Weinheim 2001 D.A. Skoog, J.J. Leary: <i>Instrumentelle Analytik</i>, Springer Verlag, 1992

3.1.5 Informatik 1

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	Informatik 1 ESTB150
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB151 Programmieren ESTB152 Programmieren Übungen
Studiensemester	1. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Leize
Dozenten	Dr. Mück
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	ESTB151: Vorlesung mit Beispielen, 2 SWS, 40 Studierende ESTB152: Übungen, 2 SWS, 20 Studierende
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Winter- und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h und Eigenstudium 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	keine
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine

Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Diese Veranstaltung vermittelt die Grundkenntnisse in C++, ohne Objektorientierung <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Informatik 2 im zweiten Semester baut auf dieser Vorlesung auf. Die Reihe wird durch die Vorlesung Software-Engineering im 6. Semester vervollständigt. <i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichen Abschluss des Moduls: • kennen die Studierenden die klassischen Anteile von C++ • kennen die Studierenden die Datentypen, Kontrollstrukturen und Funktionen • Die Studierenden können selbstständig Lösungsalgorithmen entwerfen und erfolgreich in C++ umsetzen.
Inhalt	Die Veranstaltung bietet eine grundlegende und gründliche Einführung in das Programmieren mit C++ (in diesem Semester ohne Objektorientierung). Die Kapitel umfassen: • Hardware und Software - Plattform • Grundlegendes zu C++ • Einfache Datentypen und zugehörige Operatoren • Anweisungen • Zeiger und indizierte Variablen • Funktionen • Strukturen • Dynamische Speicherverwaltung Die Übungen zu Programmieren bauen auf den Inhalten der Vorlesung „Programmieren“ auf und vermitteln die praktischen Fertigkeiten in der Programmentwicklung
Studien- und Prüfungsleistungen	<i>Vorlesung:</i> Die Kenntnisse der Studenten werden anhand einer schriftlichen Prüfung (benotet) von 90 min Dauer bewertet. <i>Übung:</i> Die Ergebnisse der Übungsaufgaben werden vorgelegt und diskutiert. Bei ausreichenden Leistungen wird eine Studienleistung „Bestanden“ vergeben.
Medienformen	• Tafelanschrieb • Beispiele im Computer-Labor • Nur wenige Folien (Projektion mittels Beamer) • Labor mit Beispielvorfürungen • Ilias Lehr-Lernplattform
Literatur	Es wird zahlreiches Material auf Ilias zur Verfügung gestellt.

3.2 Zweites Semester

3.2.1 Physikalische Grundlagen der Sensorik 2

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB210 Physikalische Grundlagen der Sensorik 2
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB211 Physik B ESTB212 Übungen Physik B
Studiensemester	2. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Heinz Kohler
Dozenten	Prof. Dr. Heinz Kohler Prof. Dr. Roland Görlich
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung, 4 SWS Übungen, 2 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 90 h, Eigenstudium 90 h
Kreditpunkte	6 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Mathematik (Modul ESTB130, Mathematik-Grundlagen 1), im Besonderen Vektorrechnung, einfache Differential- und Integralrechnung
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Die Studierenden erwerben einen ersten Überblick über die verschiedenen theoretischen Modelle zum Verständnis elektromagnetischer Phänomene, die in den Ingenieurwissenschaften im Allgemeinen und in der Sensorik im Besonderen vielfältige Anwendungen finden. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Die Lehrveranstaltungen zu Sensoren (ESTB 410) und zur Chemosensorik (ESTB420) bauen auf dem physikalischen Basiswissen, das in diesem Modul vermittelt wird, auf. <i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls: • haben die Studierenden Kenntnisse zur Beschreibung mannigfaltiger elektromagnetischer Phänomene in wissenschaftlicher Ausdrucksweise • sind die Studierenden befähigt, Phänomene und Zusammenhänge mit den geeigneten theoretischen Modellen zu analysieren und zu verstehen • sind die Studierenden in der Lage, verschiedene Phänomene unter Zuhilfenahme theoretischer Modelle zu vernetzen und auf diese Weise das Wissensgebiet zu strukturieren • sind die Studierenden befähigt, einfache konkrete Anwendungsszenarien zu verstehen, zu analysieren und Auslegungsparameter zu berechnen • sind die Studierenden in der Lage, die physikalischen Basiskonzepte technischer (sensorischer) Lösungen bzw. Beobachtungen zu erkennen, auf diese Weise die Wirkzusammenhänge zu analysieren und Schlüsse hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit situationsgemäß zu erarbeiten • werden die Studierenden durch die gewählte Übungsform in die Lage

	versetzt, Themen aus der Vorlesung darzustellen und zu transportieren, Problemstellungen zu erfassen und zu diskutieren sowie diese methodisch zu lösen. Darüber hinaus erlangen sie auch soziale Kompetenzen im Umfeld von Lernsituationen.
Inhalte	Das Modul vermittelt Basiswissen auf dem Gebiet der elektromagnetischen Wechselwirkungen. Auf die naturwissenschaftlich exakte Beschreibung und Vernetzung der Phänomene, veranschaulicht durch Skizzen und zahlreiche Experimente, wird besonderen Wert gelegt. Dieses ist für das Verständnis von einer Reihe von auf elektromagnetischen Wirkprinzipien beruhenden physikalischen Sensorprinzipien, die in nachfolgenden Semestern behandelt werden, notwendig. In den Übungen werden die in der Vorlesung behandelten Themen im Rahmen von anwendungsbezogenen Problemstellungen, z. B. Prinzip eines Füllstandssensors, diskutiert und vertieft. • Grundlagen und Definitionen, z.B. Stromstärke • Coulomb-Wechselwirkung • Elektrische und magnetische Felder • Elektromagnetische Induktion • Dielektrische und magnetische Materialien • Maxwell-Gleichungen • Leitungsmechanismen
Studien- und Prüfungsleistungen	Schriftlichen Modulprüfung (benotet), 120 min Dauer
Medienformen	• Entwicklung der theoretischen Modelle an der Tafel • Aufwendige Skizzen werden als Vorlesungsvorlagen zur Verfügung gestellt und mittels elektronischer Medien (Beamer) diskutiert • Experimente • Zahlreiche Übungsaufgaben, angepasst an obige Inhalte • Übungsforum mit ausführlicher Diskussion
Literatur	Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J.: <i>Physik (Bachelor-Edition)</i> 2. Auflage, Weinheim, Wiley-VCH Giancoli, Douglas C.: <i>Physik (Lehr- und Übungsbuch)</i> 3. Auflage, München, Pearson Studium Hering, Ekbert; Martin, Rolf; Stohrer, Martin: <i>Physik für Ingenieure</i> 11. Auflage, Berlin, Springer, 2012 Kuypers, Friedhelm: <i>Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 2: Elektrizität, Optik, Wellen</i>, 2. Auflage, VCH-Verlag, 2003 Müller P.: <i>Übungsbuch für Physik</i>, 12. Auflage, München, Carl Hanser Verlag

3.2.2 Elektronik 2

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB220 Elektronik 2
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB221 Elektronik 2 (Digitalelektronik) ESTB222 Messtechnik A mit Labor
Studiensemester	2. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Bantel
Dozenten	Prof. Dr. Bantel, Prof. Dr. Schönauer
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und	Vorlesung, 4 SWS

Gruppengröße	Vorlesung, 2 SWS, Labor 2 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 112 h, Eigenstudium 128 h
Kreditpunkte	8 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	<i>ESTB120, ESTB121, ESTB122 sowie Vorkenntnisse in</i> • Physik (Ladung, E-Feld, Magn. Induktion, Optik) • Chemie (Aufb. der Materie, Leitfähigkeit, Elektrolyse) • Mathematik (Differential-, Integralrechnung, Vektoren) • Analog-Elektronik (mit Gleichstromlehre, Bauteile RLC, Dioden, Transistoren (bipolar & FET) mit Grundsaltungen)
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	Keine
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden kennen die Grundsaltungen der Transistoren und können einfache Transistorschaltungen erstellen und dimensionieren. Die Studierenden kennen die weiterführenden Transistorschaltungskonzepte und verstehen, wie deren Funktion das Verhalten von Digitalschaltungen beeinflusst. Die Studierenden kennen grundlegende Inhalte der digitalen Logik und können diese in konkreten Problemen anwenden. Darüber hinaus können sie ihre Lösung in eine konkrete digitale Schaltung umsetzen. Die Studierenden können komplexere digitale Schaltungen in ihrer Funktion analysieren. Die Studierenden haben einen Überblick hinsichtlich Datenkommunikation und Energieversorgung die in den meisten modernen digitalen Systemen zur Anwendung kommen. Die Studierenden besitzen grundlegende praktische Kenntnisse der Messung elektr. und nicht el. Größen und kennen die im Labor eingesetzten analogen und digitalen Messgeräte und -systeme. Sie können einfache elektrische und phys. Mess-Schaltungen aufbauen und beherrschen die Grundlagen der Analyse von Fehlereinflüssen, -fortpflanzung und -auswirkung auf das Versuchsergebnis.
Inhalt:	<i>Digitalelektronik:</i> • Wiederholung der bipolaren Transistorgrundsaltungen • Wiederholung FET - Transistorgrundsaltungen • Schaltungen mit Gegenkopplung • Stromquellen, Darlingtonschaltung, Differenz- & Gegentaktverstärker, (CMOS-)Komplementärverstärker • Anwendung der Schaltungskonzepte in TTL, ECL und CMOS Digitalschaltungen (Bsp. Standardgatter) • Zahlensysteme, Codes • Darstellung logischer Inhalte, Boolesche Regeln und Rechengesetze, Reduktion von Gleichungen • Grundfunktionen logischer ICs • Spezifikation von TTL, ECL und CMOS Familien, Vergleich des Energieverbrauchs • Gehäuse, Pins THT/SMD von Logik ICs • Modifizierende Funktionen (Schmitt Trigger, Open Collector, Tristate etc.) und Verknüpfung verschiedener Logikfamilien bzw. Familien mit unterschiedlicher Betriebsspannung. • Komplexe Gatterschaltungen (Dekodierer, MUX) • IEC- Nomenklatur

	• Flipflops, Schieberegister, Zähler • Speicher • Programmierbare Schaltungen, GAL, ISP/JTAG, HDL(ABEL) • Grundlagen Schaltwerke • Energieversorgung, Schaltnetzteile • Serielle & parallele Schnittstellen, Bussysteme <i>Messtechnik A mit Labor:</i> • Grundlagen der Messtechnik • Fehlerbetrachtungen mit Fehlerfortpflanzung • Labor-Versuch: Thermoelement, Kalibrierung, Extrapolation • Kennwerte zeitveränderlicher Größen • Messen von Strom und Spannung im DC/AC-Bereich • Laborversuch: Ohmsches Gesetz, gleichzeitiges Messen von Spannung und Strom • Laborversuch: Elektrische Grundversuche, Messwerke • Laborversuch: Spektrometrie, Spektralanalyse • Grundlagen digitaler Multimeter (DMM)
Studien- und Prüfungsleistungen	Die Kenntnisse der Studenten werden anhand einer schriftlichen Prüfung (benotet) von 120 min Dauer sowie testierter Versuchsberichte und eines Labor-Abschlusstests von 60 min Dauer bewertet.
Medienformen	• Skript • Folien mit Tageslichtprojektor • Tafelanschrieb • Experimente und Demonstrationen zur Illustration des Vorlesungsstoffes • PC- Simulation mit PSpice mit Beamer • PSpice-Übungen im PC-Pool • Umfangreiche Laboranleitungen
Literatur	Vorlesungsskriptum „Elektronik 2“ und Vorlesungsumdruck „Messtechnik A“ mit relevanten Bildern, Tabellen und Diagrammen sowie Empfehlung folgender Lehr- bzw. Fachbücher: Tietze, Schenk: <i>Halbleiterschaltungstechnik</i>, Springer Fricke: <i>Digitaltechnik</i>, Vieweg Borucki: <i>Digitaltechnik</i>, Teubner Schrüfer, E.: <i>Elektrische Messtechnik; Messung elektrischer und nichtelektrischer Größen</i>, Hanser Becker, W.-J. et al.: <i>Handbuch Elektrische Messtechnik</i>, Hüthig Schöne, A.: <i>Messtechnik</i>, Springer Lerch, R.: <i>Elektrische Messtechnik, Analoge, Digitale und Computer-gestützte Verfahren</i>, Springer Schanz, G.: <i>Sensoren - Fühler der Messtechnik</i>, Hüthig Bantel, M.: <i>Messgeräte-Praxis. Funktionen und Einsatz moderner Messgeräte</i>, FV Leipzig Ebner, M.: <i>Messtechnik in der Praxis</i>, Elektor Hoffmann, J.: <i>Taschenbuch der Messtechnik</i>, FV Leipzig

3.2.3 Mathematik-Grundlagen 2

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB230 Mathematik-Grundlagen 2
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB231 Mathematik 2 ESTB232 Übungen Mathematik 2
Studiensemester	2. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Thomas Westermann
Dozenten	Prof. Dr. Thomas Westermann
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung / Übung 6 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Sommer- und Wintersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 80 h, Eigenstudium 100 h,
Kreditpunkte	6 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnisse in den Grundlagen der Mathematik 1 (Modul ESTB130 Mathematik-Grundlagen 1)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Die Studierenden erlernen die Fähigkeit, elementare, mathematische Rechentechniken sowohl auf mathematische Einzelprobleme anzuwenden als auch Anwendungsbeispiele innerhalb der Sensorik zu lösen. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Die Inhalte dieser Veranstaltung unterstützen das Modul Grundlagen der Sensorik 2 (ESTB210), indem die Integrationstechniken sowie Begriffe der Funktionen mit mehreren Variablen zur Beschreibung und Berechnung elektrostatischer Probleme bereitgestellt werden. <i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls • können die Studierenden Funktionen in einer Variablen integrieren • können die Studierenden die Taylor-Reihe für Funktionen in einer Variablen aufstellen • können die Studierenden die partielle Ableitungen von Funktionen in mehreren Variablen berechnen • sind die Studierenden in der Lage Fehlerrechnung durchzuführen • können die Studierenden Ausgleichsgeraden berechnen • können die Studierenden Laplace-Transformation von elementaren Funktionen berechnen • können die Studierenden Doppel- und Dreifachintegrale bestimmen
Inhalt	• Integration von Funktionen mit einer Variablen - Fundamentalsatz der Differenzial- und Integralrechnung - Integrationsmethoden - Uneigentliche Integrale - Anwendungen • Funktionenreihen - Zahlenreihen - Potenzreihen - Taylor-Reihen • Funktionen von mehreren Variablen - Differenzialrechnung für Funktionen von mehreren Variablen - Das Differenzial als lineare Näherung - Fehlerrechnung

	- Lokale Extrema bei Funktionen mit mehreren Variablen - Ausgleichsrechnung • Laplace-Transformation - Die Laplace-Transformation - Eigenschaften der Laplace-Transformation - Inverse Laplace-Transformation - Methoden der Rücktransformation - Anwendungen der Laplace-Transformation auf DG • Integralrechnung für Funktionen von mehreren Variablen - Doppelintegrale - Dreifachintegrale - Linienintegrale
Studien- und Prüfungsleistungen	Schriftliche Modulprüfung, bestehend aus ESTB231 und ESTB232 (benotet), 120 min Dauer.
Medienformen	• Tafelanschrieb • Folien / Beamer • Kurzvideos und Animationen
Literatur	<i>iMath: Elektronische Sammlung von Übungsaufgaben</i> T. Westermann: <i>Mathematik für Ingenieure</i> , Springer-Verlag, 6. Auflage, 2011

3.2.4 Informatik 2

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB250 Informatik 2
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB251 Software-Entwicklung ESTB252 Software-Entwicklung Übungen
Studiensemester	2. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Leize
Dozenten	Prof. Dr. Leize
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	ESTB251: Vorlesung mit Beispielen, 2 SWS, 40 Studierende ESTB252: Übungen, 2 SWS, 20 Studierende
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Winter- und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h und Eigenstudium 90 h
Kreditpunkte	5
Empfohlene Vorkenntnisse	Inhalte aus ESTB150 Informatik 1
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Dieses Modul vervollständigt die Kenntnisse und Fertigkeiten in C++. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Das Modul baut auf Informatik 1 auf. <i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Die Studierenden kennen die Grundbegriffe der objektorientierten Programmierung und deren Anwendung in C++. Die Studierenden können objektorientierte Entwürfe selbst erstellen und in C++ Code umsetzen.
Inhalt	Die Veranstaltung enthält eine ausführliche Einführung in die objektorientierte Programmierung im Allgemeinen und mit C++. Dazu werden auch die UML und die Spracherweiterungen von C++ wie Exceptions, Templa-

	tes und Namespaces besprochen. Zum Abschluss erfolgt eine Einführung in die STL. In den Beispielen werden die Studierenden in Verfahren und Möglichkeiten der mathematisch / naturwissenschaftlich / technischen Aufgabenlösungen eingeführt und erhalten einen Überblick über Datenstrukturen und Algorithmen. Die Laborveranstaltung findet parallel und eng verzahnt mit der Vorlesung „Softwareentwicklung“ statt. Die Übungsaufgaben vertiefen den in der Vorlesung erarbeiteten Stoff.
Studien- und Prüfungsleistungen	<i>Vorlesung:</i> Die Kenntnisse der Studenten werden anhand einer schriftlichen Prüfung (benotet) von 90 min Dauer bewertet. <i>Übung:</i> Während des Semesters werden drei Tests durchgeführt, die insgesamt zu einem „Bestanden / Nicht Bestanden“ führen.
Medienformen	• Tafelanschrieb • Beispiele im Computer-Labor • Folien (Projektion mittels Beamer) • Labor mit Beispielvorfürungen • Ilias Lehr-Lernplattform
Literatur	Es wird zahlreiches Material auf Ilias zur Verfügung gestellt.

3.2.5 Physikalische Chemie und Werkstoffe 2

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB240 Phys. Chemie und Werkstoffe 2
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB241 Werkstoffe 2 ESTB242 Physikalische Chemie B
Studiensemester	2. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Juliane Stölting
Dozenten	Prof. Dr. Juliane Stölting
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung, 4 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h, Eigenstudium Vorlesung 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Vorkenntnisse der Chemie aus der Schule und des Moduls ESTB140
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Ziel des Moduls ist das Verständnis grundlegender Zusammenhänge der Physikalischen Chemie und Werkstoffe in der Sensorik. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> In diesem Modul werden im Vergleich zum Modul Phys. Chemie und Werkstoffe 1 die Gesetzmäßigkeiten des flüssigen Arbeitsmediums chemischer, physikochemischer und biologischer Sensoren sowie deren Sensorprinzipien aufgrund der Eigenschaften der Kunststoffe, Gläser und Keramiken behandelt. <i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls: • kennen die Studierenden das chemisch-physikalische Verhalten von Flüssigkeiten und Mischungen für sensortechnische Lösungen

	• verfügen die Studierenden über die physiko-chemischen Kenntnisse für die sensorischen Anwendungen im Umweltbereich, in der chemischen und biotechnologischen Verfahrenstechnik und in der alternativen Energieerzeugung • verstehen die Studierenden die physiko-chemischen und sensorischen Zusammenhänge der Werkstoffe zur Charakterisierung der Sensoren und ihre Einsatzgebiete • verfügen die Studierenden über Werkstoffkenntnisse für die Sensorprinzipien und für die Sensoraufbautechniken • besitzen die Kenntnisse über die Herstellung miniaturisierter Sensorsysteme, chemischer Mikroreaktoren und Mikroanalysensysteme • sind Studierende in der Lage, im Team physiko-chemische Sensoren bzw. Sensorsysteme für die Umwelt-, Verfahrens- und Medizintechnik sowie für die Bereiche der Biotechnologie und der Erneuerbaren Energien zu entwickeln
Inhalt	<i>Vorlesung Werkstoffe 2:</i> • Aufbau, Eigenschaften der Kunststoffe und ihre Anwendung in der Sensorik • Thermoanalysenmethoden • Herstellung, Verarbeitung und Bearbeitung der Kunststoffe • Klebstoffe • Gläser und Keramik <i>Vorlesung Physikalische Chemie B:</i> • Chemische Energetik, Pellistor, Brennwert • Thermodynamik: Enthalpie, Entropie, Freie Enthalpie • Linksläufige, rechtsläufige Kreisprozesse • Gleichgewicht, LeChatelier-Prinzip • Herstellung von Schwefelsäure, Ammoniak • Komplexe, komplexometrische Titration • Dampfdruck, Erdölrektifikation, • Oberflächenspannung, Cantilever-Sensor • Osmose, Osmosekraftwerk, Umkehrosmose
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 120 min) bewertet.
Medienformen	• Skriptum, Tafelanschrieb • Folien / Beamer • Filme, Animationen • Vorlesungsexperimente • Sammlung von Klausuraufgaben
Literatur	H.J. Bargel, G. Schulze: <i>Werkstoffkunde</i>, VDI- Verlag München W. Seidel: <i>Werkstofftechnik</i>, Hanser Verlag München P.W. Atkins: <i>Physikalische Chemie</i>, VCH Weinheim 2001 D.A. Skoog, J.J. Leary: <i>Instrumentelle Analytik</i>, Springer Verlag 1992

3.3 Drittes Semester

3.3.1 Physikalische Grundlagen der Sensorik 3

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB360 Physikalische Grundlagen der Sensorik 3
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB361 Physik C ESTB362 Labor Physik und Messtechnik
Studiensemester	3. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. rer. nat. Karl Ehinger
Dozenten	Prof. Dr. rer. nat. Karl Ehinger
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung: 4 SWS, Labor: 2 SWS Laborgruppengröße: 2 Studierende pro Gruppe
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 90 h, Eigenstudium 120 h
Kreditpunkte	7 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Physikalische Grundlagen der Sensorik 1 und 2, Mathematik Grundlagen 1 und 2, Messtechnik mit Labor, Labor Elektronik + Messtechnik,
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Ziel ist die Vermittlung theoretischer Grundkenntnisse und messtechnischer Fertigkeiten im Themenbereich Schwingungen und Wellen und deren Bedeutung im industriellen Arbeitsleben sowie die Entwicklung kognitiver Fähigkeiten durch Anleitungen zu selbständigen mathematischen Problembeschreibungen. In Übungen werden die Inhalte der Vorlesung anhand von praxisbezogenen Übungsaufgaben und Beispielen vertieft. Die Studierenden lernen anhand von praxisbezogenen Problemstellungen und Aufgaben, Lösungswege und Lösungsstrategien zu erarbeiten, anzuwenden und zu erläutern. In Übungsklausuren können die Studierenden ihren Wissensstand unter realen Prüfungsbedingungen überprüfen. Im Labor sollen die in den Vorlesungen Physik A, B und C erworbenen Kenntnisse in Optik, Magnetismus, Schwingungen und Wellen gefestigt und erweitert werden, indem physikalische Gesetzmäßigkeiten durch eigene Experimente verifiziert werden. Weitere Ziele sind das Kennenlernen wichtiger Messverfahren und Messgeräte, die Protokollierung der Messungen und deren Auswertungen sowie die kritische Bewertung mit Fehlerrechnung und die Diskussion der Messergebnisse. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Das Modul Physikalische Grundlagen der Sensorik 3 baut auf die in Physik A und B erworbenen Kenntnisse und Kompetenzen auf. Während in Mathematik 3 die mathematischen Grundlagen zur Lösung von Schwingungs- und Wellengleichungen vermittelt werden, stehen in Physik C Vorlesungsexperimente und praxisrelevante Anwendungen im Mittelpunkt. Ähnliche Experimente werden von den Studierenden im Labor Physik und Messtechnik eigenständig durchgeführt. Physik C liefert die Grundlagen für weiterführende Module wie Elektronik und Regelungstechnik, Mikro- und Nanotechnologie, Optoelektronische Sensorik und Sensoren. Mit diesem Modul werden die naturwissenschaftlichen Grundlagen aus dem ersten beiden Semestern fortgeführt und abgerundet.

	<i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden befähigt, praktische Problemstellungen aus den behandelten Themenbereichen zu erfassen und zu diskutieren sowie diese methodisch zu lösen und können: • Schwingungs- und Wellen-Phänomene unter Zuhilfenahme von theoretischen Modellen vernetzen und so das Wissensgebiet strukturieren • Energieumwandlungen und Energiedissipationen beim Energieaustausch zwischen den Energiespeichern beurteilen • Resonanzphänomene bei mechanischen, akustischen, elektrischen Systemen bewerten • Energietransfer bei gekoppelten Schwingungen charakterisieren • Wellengleichungen herleiten und diskutieren • mit Interferenz von Wellen physikalische Parameter ermitteln • das Verhalten von Wellen an Hindernissen (stehende Wellen, Absorption, Brechung, Beugung) beschreiben • Polarisierungseffekte für praktische Anwendungen in der physikalischen Sensorik nutzen • physikalischer Sensortypen in deren Einsatzmöglichkeiten in der industriellen Praxis beurteilen • mittels Interferometer sehr kleine Längen messen • die Gefahren bei der Benutzung von Lasern beurteilen und vermeiden • mittels Beugung mikroskopische Größen messen • Brennweiten von Linsen und Linsensystemen bestimmen • Teleskope aus Linsen aufzubauen • aus gemessenen Schwingungskurven mittels Fourier-Analyse Frequenzen von Oberschwingungen ermitteln • gemessene komplizierte Zusammenhänge graphisch so darstellen, dass sie einfach ausgewertet werden können • nichtlineare Zusammenhänge numerisch auswerten • das Verhalten ferromagnetischer Stoffe im Magnetfeld experimentell ermitteln und den Einfluss eines Luftspaltes in einem magnetischen Kreis untersuchen
Inhalt	<i>Physik C:</i> • Schwingungsgleichungen für verschiedene gedämpfte mechanische Systeme und elektrische Schwingkreise • Energiespeicherung, Energieaustausch zwischen Energiespeichern, Energiedissipation • Parametrisch verstärkte Schwingungen • Resonanzphänomene • Fourier-Synthese und -Analyse • Überlagerung von Schwingungen, eindimensional und zweidimensional • Gekoppelte Schwingungen • Differentialgleichung für Wellen • Phasengeschwindigkeit und Gruppengeschwindigkeit, Dispersion • Kohärenz, Kohärenzlänge, Laser • Doppler-Effekt • Energietransport in Wellen

	• Elektromagnetische Wellen (Entstehung, Ausbreitung, Streuung) • Fresnel'sche Gleichungen, Polarisation • Absorption, Brechung, Beugung, Interferenz, stehende Wellen • Interferometer • Technische Akustik: Schallausbreitung, Schalldämmung, • Physiologische Akustik: Schallempfindung, Pegelmessung <i>Labor Physik und Messtechnik:</i> • Torsionsschwingungen, Trägheitsmomente starrer Körper • Magnetischer Fluss von Ringspulen und Permanentmagneten, Magnetische Hysterese • Brennweitenbestimmung von Linsen und Linsensystemen, Kepler- und Gallilei-Teleskop • Schwingungen und Wellen, gedämpfte Schwingung, Resonanzfrequenz, Schallgeschwindigkeit in Festkörpern • Messung des magnetostriktiven Effekts mit dem Michelson-Interferometer, Ermittlung der Größe von Mikrostrukturen mittels Beugung
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen und praktischen Kenntnisse der Studierenden werden mittels einer schriftlichen Klausur (Dauer: 120 Minuten) und durch eine Laborprüfung (Dauer: 60 Minuten) bewertet.
Medienformen	• Skriptum, Folien- bzw. Tafelanschrieb • Folien / Beamer • Filme, Animationen, Simulationen • Vorlesungsexperimente
Literatur	Hering, Ekbert u. a.: <i>Physik für Ingenieure</i>, 10. Auflage, Berlin, Springer-Verlag, 2007 Halliday, David u. a., <i>Physik, Bachelor Edition</i>, Weinheim, Wiley-VCH, 2007 Demtröder, Wolfgang: <i>Experimentalphysik 1: Mechanik und Wärme</i>, Berlin, Springer-Verlag, 6. Auflage, 2013 Demtröder, Wolfgang: <i>Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik</i>, Berlin, Springer-Verlag, 6. Auflage, 2013 Hecht, Eugene, <i>Optik</i>, München, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 5. Auflage, 2009 Eichler, Hans-Joachim et al., <i>Das Neue Physikalische Grundpraktikum</i>, Springer-Verlag Walcher, Wilhelm, <i>Praktikum der Physik</i>, Vieweg-Teubner-Verlag Becker, J., Jodl, H.-J., <i>Physikalisches Praktikum</i>, VDI-Verlag Bantel, Martin, <i>Grundlagen der Messtechnik</i>, Fachbuchverlag Leipzig Versuchsanleitungen

3.3.2 Elektrochemische Sensorik

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB370 Elektrochemische Sensorik
Zugeordnete Lehrveranstaltung	ESTB371 Grundlagen der elektrochemischen Sensorik
Studiensemester	3. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Juliane Stölting
Dozenten	Prof. Dr. Juliane Stölting
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung, 2 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 30 h, Eigenstudium 60 h
Kreditpunkte	3 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	ESTB140, ESTB240
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Ziel ist die Vermittlung theoretischer Grundkenntnisse im Themenbereich Elektrolytverhalten, Elektrolyse, Elektrodentypen, galvanische Elemente und elektrochemische Sensorik. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Im Modul Elektrochemische Sensorik werden im Unterschied zu anderen Modulen die Gesetzmäßigkeiten in der elektrochemischen Sensorik behandelt. Sie werden im weiterführenden Modul Chemosensorik, im Labor Sensorik und im Masterstudiengang benötigt. Mit diesem Modul werden die physikalisch-chemischen Grundlagen aus dem ersten beiden Semestern fortgeführt und letztlich abgeschlossen. <i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls: • kennen die Studierenden das elektrochemische Verhalten von Elektrolyten für sensortechnische Lösungen • verfügen die Studierenden über die Kenntnisse elektrochemischer Sensortypen und Analysenmethoden mit elektrochemischer Detektion für die Einsatzgebiete im Umweltbereich, in der chemischen und biotechnologischen Verfahrenstechnik und Medizintechnik; • sind Studierende in der Lage, im Team elektrochemische Sensoren bzw. Sensorsysteme für die Umwelt-, Verfahrens- und Medizintechnik sowie für die Bereiche der Biotechnologie, Life Science und der Erneuerbaren Energien zu entwickeln
Inhalt	• Elektrolyt-Eigenschaften, Leitfähigkeitssensor • Puffersysteme • Elektrolysen, Faraday-Gesetz, Coulometrie • Elektrodenpotential, elektrochemische Spannungsreihe, Messen von Elektrodenpotentialen, Elektrodentypen • Speicherung von Energie: Bleiakku, Brennstoffzelle, Redox-Flow-Batterie

	• elektrochemische Sensoren und Analysenverfahren (potentiometrisch, amperometrisch, cyclische Voltammetrie, DPV, EIS) • Amalgamverfahren • sensorische Anwendungen • elektrochemische Reizleitung im Mensch
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 60 min) bewertet.
Medienformen	• Skriptum, Tafelanschrieb • Folien / Beamer • Filme, Animationen • Vorlesungsexperimente • Sammlung von Übungs- und Klausuraufgaben
Literatur	Atkins, Peter Williams, <i>Physikalische Chemie</i>, Weinheim, VCH, 2001 D.A. Skoog, J.J. Leary: <i>Instrumentelle Analytik</i>, Berlin, Springer Verlag, 1992 Hamann, C.H., Vielstich, W.: <i>Elektrochemie</i>, Weinheim, VCH, 1998 Oehme, Friedrich: <i>Ionenselektive Elektroden</i>, Hüthig Verlag 1991 Holze, Rudolf: <i>Leitfaden der Elektrochemie</i>, Stuttgart, Teubner, 1998

3.3.3 Digitale Kommunikation

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB380 Digitale Kommunikation
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB381 Bussysteme ESTB382 Labor Digitaltechnik
Studiensemester	3. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Thorsten Leize
Dozenten	Prof. Dr. Thorsten Leize, Prof. Dr. Michael Bantel
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung mit praktischen Übungen 2 SWS, Labor 2 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 90 h, Eigenstudium 90 h
Kreditpunkte	6 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Elektronik 1 und 2, Informatik 2
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	Ziel des Moduls ist die Einführung in die Konzepte der Bussysteme und die Vermittlung des grundlegenden Verständnisses der Hintergründe und Funktionsideen von digitalen Schaltungen und Bussystemen. Die Studierenden sind nach Abschluss dieses Moduls in der Lage • Digitalschaltungen zu konzipieren • diese Schaltungen aufbauen und in Betrieb nehmen • die systematische Fehlersuche sowie Messungen mit dem

	Digitaloszilloskop und dem Logikanalysator zu beherrschen • verstehen die Studierenden die Eigenschaften der Signale auf Buskabeln, kennen die unterschiedlichen Buszugriffsverfahren und deren Verwendung in verschiedenen Protokollen. • verstehen die Studierenden die Einschränkungen und Möglichkeiten der verschiedenen Protokolle, auch mit Blick auf die Sicherheit in der Kommunikation • Bussysteme und Schaltungen anhand der konkreten Aufgabenstellung zu entwerfen und auszuwählen.
Inhalt:	<i>Digitalelektronik:</i> Für 4 Versuche gilt: Aufbau (vorbereitend) einer Schaltung nach Schaltplan auf dem Steckbrett, Fehlersuche & Inbetriebnahme der Schaltung. Modifikation & Messungen an der Schaltung. • Logikfamilien: Oszillator, Teiler, Stromverbrauch-Frequenz verschiedener TTL, CMOS (3V & 5V) Familien • Serielle Übertragung: Einsatz Schieberegister, Display-Treiber, Automatisierung und gruppenübergreifende Kommunikation • Digitaler Funktionsgenerator: Schaltwerk Ampelsteuerung, digital Analogwandler, Programmierung des Eprom mit arbiträrer Funktion. • Schrittmotorsteuerung: Schaltwerk, Voll -& Halbschrittbetrieb, GAL, PC-Steuerung, Inkrementalgeber • Der 5. Versuch (Mini-Projekt) mit angehobenem Leistungsniveau enthält eine Beschreibung einer Schaltung zur Ermittlung des Codes eines Zahlenschlosses. Schaltplan, Lösung und die Zahlen-Kombination müssen gefunden und dargestellt werden. <i>Bussysteme:</i> • Signale, - Ausbreitung, - Formatierung, Fehlererkennung • Buszugriffsverfahren • ISO/OSI-Schichten • Ethernet und TCP/IP incl. verschiedener Experimente • Feldbusse (Serielle allgemein, HART, Profibus) • I²C als Beispiel eines kurzreichweitigen Bussystems Automobilbussysteme, insbesondere CAN
Studien- und Prüfungsleistungen	<i>Digitalelektronik:</i> Teilnahme an allen Labortermen, Abgabe eines Gruppenberichts sowie Laborabschlussstest sind zu erfüllen. <i>Bussysteme:</i> Abschlussklausur mit 60 min Dauer.
Medienformen	• Folienanschrieb • Elektronische Präsentation (Projektion mittels Beamer) • Filme, Animationen, Simulationen • Selbst durchgeführte Experimente • Demonstrationseinlagen mit Diskussion der Oszilloskopbilder und PC-Messungen • Unterlagen im Ilias
Literatur:	• Bantel, Martin, Grundlagen der Messtechnik, Fachbuchverlag Leipzig

	• Datenbücher der Halbleiterhersteller • Versuchsanleitungen • Unterlagen im Ilias-System der Hochschule
--	--

3.3.4 Computergestützte Mathematik

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB330 Computergestützte Mathematik
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB331 Mathematik 3 ESTB332 Computersimulation
Studiensemester	3. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Thomas Westermann
Dozenten	Prof. Dr. Thomas Westermann
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung / Labor 4+2 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Sommer- und Wintersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 80 h, Eigenstudium 100 h,
Kreditpunkte	6 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnisse in den Grundlagen der Mathematik (Module ESTB130 Mathematik-Grundlagen 1, ESTB230 Mathematik-Grundlagen 2) und des Programmierens (ESTB150 Informatik 1)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Die Studierenden erlernen die Fähigkeit, unterschiedliche analytische und numerische Rechentechniken zu kombinieren, um diese sowohl auf mathematische als auch sensorische Probleme anzuwenden. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Die Inhalte dieses Moduls unterstützen im besonderen Maße die Lehrveranstaltung Physik C (ESTB311), indem die Rechentechniken zur Beschreibung und Berechnung schwingungsfähiger Systeme bereitgestellt werden. <i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Das Modul Computergestützte Mathematik vermittelt die Fähigkeit, anspruchsvolle, mathematische Rechentechniken zu kombinieren bzw. gleichzeitig anzuwenden. Die Studierenden erlangen die Kompetenz, eine Verbindung zwischen den Themengebieten aus den Fächern Physik C (Schwingungen und Wellen), Elektronik (Wechselstromtechnik) und Mathematik 3 herzustellen und die Methoden der einzelnen Disziplinen auf dem Rechner mit dem Computeralgebrasystem Maple numerisch umzusetzen, um Modellbildung, Simulationen und Visualisierungen zu erstellen. Im einzelnen werden folgende Kompetenzen vermittelt: • Das Aufstellen und Lösen von gewöhnlichen Differenzialgleichungen zur Beschreibung z.B. von Schwingungsvorgängen (freie ungedämpfte, freie gedämpfte, erzwungene gedämpfte Schwingung) • Das systematische Lösen von Differenzialgleichungen n-ter Ordnung • Die Bestimmung von Eigenfrequenzen und Eigenschwingungen für Systeme von Differenzialgleichungen mit der Eigenwerttheorie • Die Rechenkompetenz, mit der Fourier-Transformation eine Frequenzanalyse von kontinuierlichen Signalen durchzuführen

	• Methoden zur Bestimmung von Impulsantwort und Übertragungsfunktion für lineare, kausale, zeitinvariante (LZK) Systeme anzuwenden • Lösen von partiellen Differenzialgleichungen zur Beschreibung mehrdimensionaler physikalischer Phänomene für - die Wellengleichung - die Wärmeleitungsgleichung - die zweidimensionale Potentialgleichung und - die Balkenbiegungsgleichung
Inhalt	• Komplexen Zahlen und komplexwertige Funktionen • Gewöhnliche Differenzialgleichungen - Gewöhnliche Differenzialgleichungen erster Ordnung - Lineare Differenzialgleichungssysteme - Lineare Differenzialgleichungen n-ter Ordnung • Fourier-Reihen • Fourier-Transformation - Fourier-Transformation und Beispiele - Eigenschaften der Fourier-Transformation - Fourier-Transformation der Deltafunktion - Beschreibung von linearen Systemen • Partielle Differenzialgleichungen - Wellengleichung - Wärmeleitungsgleichung - Laplace-Gleichung - Zweidimensionale Wellengleichung - Biegeschwingungsgleichung
Studien- und Prüfungsleistungen	ESTB331: Schriftliche Prüfung (benotet), 120 min Dauer. ESTB332: Laborprüfung am Rechner (unbenotet), 120 min Dauer.
Medienformen	• Tafelanschrieb • Folien / Beamer • Kurzvideos und Animationen • Rechner-Pool
Literatur	<i>iMath: Elektronische Sammlung von Übungsaufgaben</i> T. Westermann: <i>Mathematik für Ingenieure</i> , Springer-Verlag, 7. Auflage, 2015 T. Westermann: <i>Mathematische Probleme lösen mit Maple</i> , Springer-Verlag, 5. Auflage 2014

3.3.5 Hybridsysteme

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB340 Hybridsysteme
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB341 Computer Aided Design ESTB343 Hybridintegration
Studiensemester	3. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Schönauer
Dozenten	Prof. Dr. Estaña, Prof. Dr. Schönauer
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Übung, 2 SWS Vorlesung, 2 SWS
Modus	Pflichtmodul

Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h und Eigenstudium 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Betriebssystemkenntnisse (MS Windows) und Grundlagen-Kenntnisse aus den Programmier-Vorlesungen des Studiengangs sowie Grundkenntnisse in: • Physik (Viskosität, Rheologie, Diffusion, spez. Widerstand) • Chemie (Aufb. der Materie, Leitfähigkeit) • Elektronik und Schaltungstechnik
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Die Hybride Integration unterschiedlicher Bauelemente mit unterschiedlichen Fertigungsverfahren ist eine Basistechnologie zur Realisierung von intelligenten Sensorsystemen. Die Studierenden erlernen in diesem Modul die Basis-Kompetenzen zum Design und Fertigungstechnischer Realisierung von Sensorsystemen. <i>Zusammenhänge zu anderen Modulen:</i> Die Inhalte dieses Moduls koppeln an die der Module der Elektronik und Werkstoffkunde des Grundstudiums an. <i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls beherrschen die Studierenden die Grundlagen des computer-gestützten Designs hybridintegrierter elektron. Schaltungen und Systeme, sie beherrschen Fertigungsverfahren der Aufbau- und Verbindungstechnik (wie Dickschichttechnologie, Lötverfahren, Bonden, Flip-Chip-Technologie, TAB), erwerben die Kompetenz zur Auswahl geeigneter Materialien und Bauteile für elektronische Sensorsysteme und Schaltungen.
Inhalt:	<i>Modul-Teil CAD:</i> Erstellen einfacher technischer Zeichnungen und Schaltungsvorlagen. Aufbau von Volumenmodellen (parts) mit Hilfe des „feature-based modelling“ am Beispiel PRO/Engineer. Zeichnungsableitung aus solid models. Parameterisierung von CAD-Modellen. Einfache Auf- und Zusammenbaukonstruktionen (assemblies). <i>Modul-Teil Hybridintegration:</i> Auswahl von Materialien (Substrate und Pasten für die Dickschichttechnik) Design und Lay-out Hybridintegrierter Schaltungen; Dickschicht- und Hybrid-Prozess-Parameter; Einsatz und Technologie aktiver und passiver Bauelemente für Hybridintegrierte Schaltungen; Aufbau und Verbindungstechnik (Bestücken, Löten, Bonden, Montage ungehäuster HL-Bauelemente); Gehäusung von Hybridintegrierten Schaltungen.
Studien- und Prüfungsleistungen	Die Kenntnisse der Studenten werden anhand eines CAD-Übungstests (am PC) sowie einer schriftlichen Prüfung (benotet, 60 min Dauer) bewertet.
Medienformen	• OHP-Folien • Projektion (von Skript oder Folien) mittels Beamer • Tafelanschrieb • Vorlesungsexperimente • Filme • PC -Animationen und Videos • Projekte zur Realisierung von Hybrid-Schaltungen
Literatur	W. Hoheisel/ R. Estana: „CAD/CAM I“. Vorlesungsskript Schönauer, U.: Vorlesungsskript „Hybridintegration“ Cordes, K.-H.; Heuck, N.; Waag, A.: <i>Integrierte Schaltungen</i>, Pearson Gerlach, G.; Dötzel, W.: <i>Einführung in die Mikrosystemtechnik</i>, Hanser Gupta, T. K.: <i>Handbook of Thick-Film and Thin-Film Hybrid Microelectronics</i>, Wiley-Interscience

	Jones, R. D.: <i>Hybrid Circuit Design and Manufacture</i>, Marcel Dekker Sergeant, J. E.: <i>Hybrid Microelectronics Handbook</i>, McGraw Hill Klein Wassink, R. J.: <i>Manufacturing Techniques for Surface Mounted Assemblies</i>, Electrochemical Publications Prudenziati, M.: <i>Thick Film Sensors</i>, Elsevier
--	---

3.3.6 Fremdsprachenkompetenz

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB350 Fremdsprachenkompetenz
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB351 Englisch
Studiensemester	3. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Harald Sehr
Dozenten	Dozenten des Instituts für Fremdsprachen
Sprache	Englisch
Lehrform, SWS	Seminar 4 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h und Eigenstudium 60 h
Kreditpunkte	4 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	ca. 5 Jahre Schulenglisch (Niveau A2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens)
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> entfällt <i>Fachliche, methodische, fachübergreifende Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen:</i> Die Studierenden wählen zu Beginn des Semesters einen Englischkurs entsprechend ihren Vorkenntnissen, die durch einen Einstufungstest festgestellt werden können. Nach einem Semester erreichen sie je nach Einstufung das Niveau B1, B2 oder C1 des europäischen Referenzrahmens GER. Damit können die Studierenden in englischer Sprache -vor allem in der mündlichen Kommunikation- typische Situationen im Geschäftsleben bewältigen. Berufsorientierte Themen wie Telefonieren, Präsentationen, Teilnahme an Besprechungen und Verhandlungen sowie informelle Gespräche stehen im Mittelpunkt. <i>Einbindung in die Berufsvorbereitung:</i> Im heutigen Berufsleben werden sehr gute Englischkenntnisse vorausgesetzt. In vielen Bereichen wird verhandlungssicheres Englisch verlangt.
Inhalt:	Es werden die vier Fertigkeiten Sprechen, Schreiben, Hören, Lesen in berufsorientierten Kontexten trainiert. Der Schwerpunkt liegt aber auf der mündlichen Kommunikation, vor allem in Kurzvorträgen sowie in Team- und Partnerarbeit.
Studien- und Prüfungsleistungen	Die Kenntnisse der Studierenden werden anhand einer schriftlichen Prüfung (benotet) von 90 min Dauer bewertet. Auch Leistungen aus dem Kurs (Hörverstehenstests bzw. Kurzvorträge) fließen in die Endnote ein.
Medienformen	• Folien (Projektion mittels Beamer) • Tafelanschrieb • Video • E-Learning Einheiten
Literatur	Wood und A. Williams: <i>Pass Cambridge BEC Preliminary</i> , Summertown,

	Oxford, 2001. Wood, P. Sanderson und A. Williams: <i>Pass Cambridge BEC Vantage</i>, Summertown, Oxford, 2001. I. McKenzie: <i>English for Business Studies</i>, Cambridge University Press, Cambridge, 2002. Aktuelle Lehrbücher, z. Zt. PASS Cambridge BEC Preliminary (Langenscheidt Verlag), PASS Cambridge BEC Vantage (Langenscheidt Verlag), und English for Business Studies (Klett Verlag). Eigene Lehrmaterialien, u. a. aktuelle Texte aus Zeitschriften, z. B. The Economist
--	---

3.4 Viertes Semester

3.4.1 Sensoren

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB410 Sensoren
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB411 Physikalische Sensoren ESTB412 Labor Sensorik
Studiensemester	4. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Harald Sehr
Dozenten	Dipl.-Phys. Matthias Graf Prof. Dr. Juliane Stölting Prof. Dr. Heinz Kohler
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung 4 SWS Labor 2 SWS mit Gruppengröße 2 Studierende
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 90 h, Eigenstudium Vorlesung 60, Eigenstudium Labor 60
Kreditpunkte	7 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen, Elektronik, Messtechnik, Physikalische Chemie und Werkstoffe, Chemosensorik
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Dieses Modul gibt in der Vorlesung den Studierenden einen umfassenden Überblick über das breite Feld physikalischer Sensoren und geht dabei auf Funktionsprinzipien, Signalverarbeitung und Anwendungen ein. Im Laborteil vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich physikalischer und chemischer Sensoren. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Dieses Modul führt einen Großteil der Lehrinhalte des Grundstudiums zusammen, die Grundlagen der Physik zum Verständnis der Funktionsprinzipien, Elektronik und Messtechnik bei der Signalverarbeitung und -auswertung. Im Labor vertiefen die Studierenden die Inhalte der Vorlesungen Physikalische Sensoren, Chemosensorik und Physikalische Chemie und wenden diese in Sensorexperimenten an. <i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben, • kennen und verstehen die Funktionsprinzipien physikalischer Sensoren • können selbständig ein geeignetes Sensorprinzip anhand gegebener Anforderungen auswählen • kennen Strategien der Signalverarbeitung und können je nach Anwendungssituation selbständig eine geeignete Signalverarbeitungsschaltung konzipieren • verstehen das Zusammenspiel von Sensorelement und Signalauswertung, • sind in der Lage, Sensorkenngrößen messtechnisch zu ermitteln und zu bewerten • können die Einflüsse von Störgrößen auf die Funktion eines Sensorsystems bewerten und Kompensationsmaßnahmen ergreifen • kennen den Aufbau und die Herstellungstechniken von ausgewähl-

	ten Ionen Selektiven Elektroden (z.B. pH-ISE, K⁺-ISE) und sind in der Lage, diese zu kalibrieren • sind mit den Messproblemen, die aufgrund von Querempfindlichkeiten und der Temperaturabhängigkeit des Signals von ISEn entstehen können, vertraut • können Messergebnisse interpretieren sowie Ergebnisse und Zusammenhänge wissenschaftlich dokumentieren
Inhalt	<i>Physikalische Sensoren</i> • Grundbegriffe der Sensorik • Klassifizierungsmethoden physikalischer Sensoren • Allgemeine Eigenschaften und Kenngrößen von Sensoren • Überblick über den Aufbau und Herstellungstechnologien von Sensoren • Resistive Sensoren • Kapazitive Sensoren • Thermoelemente • Piezoelektrische Sensoren • Pyroelektrische Sensoren • Galvanomagnetische Sensoren • Induktionssensoren • Induktivitätssensoren • Wirbelstromsensoren • Magnetisierungs-Sensoren <i>Labor Sensorik</i> Im ersten Teil des Labors bauen die Studierenden selbständig typische physikalische Sensorsysteme auf, die aus Sensorelement, Signalverarbeitung und Computeranbindung bestehen: • Differentialtransformator mit Trägerfrequenzverstärker • Abstands- und Wegmessung mit Wirbelstromsensoren • Schwingungsanalyse mit piezoelektrischen Sensoren Der zweite Teil des Labors beschäftigt sich mit den chem. Sensoren: • Herstellung einer pH-sensitiven Halbzelle und Kombination mit Referenzelektrode zu einem pH-Sensor • Kalibrierung und messtechnische Charakterisierung • Experimentelle Ermittlung des Membraninnenwiderstandes in Abhängigkeit von der Temperatur und Methodik der Bestimmung der Aktivierungsenthalpie der Leitfähigkeit aus den Messdaten • Herstellung einer K⁺-ISE, Analysen mit K⁺-Elektrode in verschiedenen Proben, Bestimmung der Nachweisgrenze
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur, Dauer 120 min, bewertet. Die praktischen Fähigkeiten werden anhand von Ergebnisberichten zu den Laborversuchen und Kolloquien während des Labors bewertet.
Medienformen	• Experimentalvorlesung • Beamer • Tafelanschrieb • Skript • Übungsaufgaben mit Lösungen • Laboranleitungen, Versuchsaufbauten, Rechnerunterstützung mit MATLAB und LabView

	Gemeinsame Diskussion der Vorgehensweise und der Auswertung der Ergebnisse an der Tafel
Literatur	Niebuhr, Lindner: <i>Physikalische Messtechnik mit Sensoren</i> , Oldenburg Schrüfer, E.: <i>Elektrische Meßtechnik</i> , Hanser Hoffmann, J.: <i>Taschenbuch der Messtechnik</i> , Hanser Schiessle, E.: <i>Sensortechnik und Meßwertaufnahme</i> , Vogel Schiessle, E.: <i>Industriesensorik</i> , Vogel Schanz: <i>Sensoren - Sensortechnik für Praktiker</i> , Hüthig Laboranleitung, Vorlesungsskripte

3.4.2 Chemosensorik

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB420 Chemosensorik
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB421 Chemo- und Biosensoren ESTB422 Transportphänomene
Studiensemester	4. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Heinz Kohler
Dozenten	Prof. Dr. Heinz Kohler Prof. Dr. Roland Görlich
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung 4 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h, Eigenstudium 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Module Physikalische Chemie und Werkstoffe 1 und 2, Elektrochemische Sensorik, Mathematik, im Besonderen das Modul Computergestützte Mathematik (ESTB330)
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	Allgemein: Die Studierenden erhalten einen Überblick über die wichtigsten gängigen Chemo- und Biosensorkonzepte und sollen in der Lage sein, auf der Basis elementarer physikalisch-chemischer Zusammenhänge die sensorischen Wirkmechanismen zu verstehen. Dies schließt auch die Kenntnis der Materialien und deren Transporteigenschaften mit ein, die zur Realisierung der Sensorkonzepte Verwendung finden. Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen: Die Lehrinhalte bauen auf den NW-Grundlagen der Sensorik auf und ergänzen sich mit den Modulen Sensoren (ESTB410) und Optoelektronische Sensorik (ESTB610). Das hier angebotene Modul bildet neben den beiden oben genannten Modulen das erste Glied der Kette zum Informationssystem „Sensorelement → Signalverarbeitung → Vernetzung → Monitoring und Prozessregelung“, welche ganzheitlich im Bachelor-Programm Sensorik angeboten wird. Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls: - haben die Studierenden Kenntnisse von der Bedeutung der Sensorik im Hinblick auf die Realisierung intelligenter technischer Systeme - haben die Studierenden einen Überblick über die gängigen Sensorkonzepte - verstehen die Studierenden die Wirkmechanismen sensorischer In-

	formationsgewinnung auf der Basis physikalisch-chemischer Grundlagenkenntnisse • haben die Studierenden Kenntnisse über die Stärken (z.B. Sensitivität) und Schwächen (z.B. Querempfindlichkeit) verschiedener Sensorkonzepte • sind die Studierenden aufgrund ihrer Kenntnisse befähigt, die geeignete sensorische Auswahl für ein spezifisches Anwendungsszenarium zu treffen • haben die Studierenden einen Überblick über die in der Chemosensorik Anwendung findenden sensoraktiven Materialien und deren besondere Eigenschaften • verfügen die Studierenden über die grundlegenden Definitionen zur Beschreibung von Transportphänomenen • kennen die Studierenden die unterschiedlichen Konzepte zur Beschreibung der verschiedenen Arten von Transportphänomenen • sind die Studierenden befähigt, die Transportkoeffizienten auf mikroskopischer Ebene zu verstehen und daraus mögliche Sensorkonzepte abzuleiten • sind die Studierenden in der Lage, Lösungsmethoden für bestimmte Problemstellungen anzuwenden • sind die Studierenden in der Lage, Problemlagen einzuordnen und zu analysieren
Inhalt	Es werden auf der Basis physikalisch-chemischer Wirkzusammenhänge die verschiedenen Sensorprinzipien eingeführt und die besonderen Eigenschaften des jeweiligen Sensorkonzeptes diskutiert. Hierbei sind auch die Sensormaterialien und die Transportphänomene zum Verständnis der Sensorsignalentstehung von grundlegender Bedeutung. Im Besonderen werden auch die weitreichenden Analogien zwischen den Transportphänomenen aufgezeigt. Dies betrifft zum einen die Klasse der Wellenvorgänge und zum anderen die auf Gradientenfeldern basierenden Vorgänge (z.B. Diffusion). <i>Veranstaltung Chemo- und Biosensoren:</i> • Generierung von Grenzflächenpotentialen (Einführung) • Elektrochemische Sensorprinzipien (z. B. Ionen Selektive Elektroden, Gelöst-Sauerstoff-Sensor, Lambda-Sonde, Hochtemperatur-Sauerstoffsensoren etc.) • Gassensoren basierend auf der Nutzung der Wärmetönung • Einführung in die Biosensorik <i>Veranstaltung Transportphänomene:</i> • Klassifikation von Transportphänomenen • Kurze Wiederholung Wellenfelder (Modul NW-Grundlagen der Sensorik) • Transportvorgänge durch Gradientenfelder (Ladungstransport, Diffusion, Wärmetransport, Strömungslehre) • Spezielle Probleme und deren Lösungsmethoden, z. B. Methode der Blockkapazität
Studien- und Prüfungsleistungen	Schriftlichen Modulprüfung, bestehend aus ESTB421 und ESTB422 (be-notet), 120 min Dauer
Medienformen	• Diskussion der den Studierenden vorliegenden Vorlesungsvorlagen mit dem Beamer • Ergänzende Erklärungen und Ausführungen an der Tafel • Experimente zu Transportphänomenen • Kurzvideos und Animationen • Übungsforum
Literatur	<i>Veranstaltung Chemo- und Biosensoren:</i> Ein für die Vorlesung ESTB421 geeignetes Lehrbuch gibt es bisher nicht auf dem Markt. Die Vorlesungsinhalte sind aus Primärliteratur zusammen-

	gestellt mit Quellenangaben auch zum Selbststudium. <i>Veranstaltung Transportphänomene:</i> Foliensammlungen zur Vorlesung und zu den Übungen Hering, Ekbert; Martin, Rolf; Stohrer, Martin: <i>Physik für Ingenieure</i>, 11. Auflage, Berlin, Springer, 2012 Carslaw, H.S.; Jaeger, J.C.: <i>Conduction of Heat in Solids</i>, 2. Auflage, Oxford Science Publications Niebuhr, Johannes; Lindner, Gerhard: <i>Physikalische Messtechnik mit Sensoren</i>, 4. Auflage, München, Oldenbourg-Verlag Schaumburg, Hanno: <i>Werkstoffe und Bauelemente der Elektrotechnik</i>, Band 3: Sensoren, Auflage 1992, Stuttgart, Teubner Verlag Bonfig, Karl W.: <i>Technische Durchflussmessung</i>, 3. Auflage, o.O., Vulkan-Verlag Zierep, Jürgen; Bühler, Karl: <i>Grundzüge der Strömungslehre</i>, 7. Auflage, Wiesbaden, Teubner Verlag
--	--

3.4.3 Elektronik und Regelungstechnik

Studiengang	Bachelor Elektrotechnik – Sensorik
Modul	ESTB430 Elektronik und Regelungstechnik
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB431 Elektronik 3 ESTB432 Labor Elektronik 3 ESTB433 Regelungstechnik 1
Semester	4. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Frieder Keller
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Frieder Keller Prof. Dr. rer. nat. Helfried Urban
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung 2+2 SWS Labor 2 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Stud. Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 SWS, Eigenstudium Labor 30 SWS, Eigenstudium 30 SWS
Credits	7 CP
Voraussetzungen	Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen in Elektronik1 (ESTB120), Computergestützte Mathematik (ESTB330)
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Das Modul vermittelt die theoretischen Grundlagen der Systemdynamik unter besonderer Berücksichtigung der sensorspezifischen Aspekte. Ausgehend von der Beschreibung im Zeitbereich werden Integraltransformationen vertiefend behandelt und das Systemverhalten im Frequenzbereich charakterisiert. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Analyse von Regelkreisen und die Auswahl geeigneter Regler sowie deren Parametrierung. Praktische Erfahrungen werden im Labor vermittelt. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Das Modul baut auf der Elektronik 1 (ESTB120) auf und vertieft die mathematischen Beschreibungsformen. Es werden die Grundlagen für die spätere Behandlung von digitalen Regelungen (ESTB620) gelegt. Die Studenten lernen Analogien kennen zwischen den verschiedenen Ingenieurdisziplinen (Mechanik, Elektronik, Thermodynamik,...). <i>Fachliche, methodische, fachübergreifende Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen:</i> Die Studierenden kennen die grundlegenden Filterschaltungen zur Sensorsignalverarbeitung und können diese ausgehend von gegebenen

	Anforderungen entwerfen. Sie kennen die Grundlagen einschleifiger und kaskadierter Regelkreise, können diese analysieren und den geeigneten Reglertyp für eine gegebene Strecke auswählen. Weiterhin sind sie in der Lage, Stabilität, Dynamik und stationäres Verhalten zu beurteilen. Die Studenten können Filterschaltungen und Regelkreise praktisch aufbauen, in Betrieb nehmen und sind in der Lage, Fehler systematisch zu finden und zu beseitigen. <i>Einbindung in die Berufsvorbereitung:</i> Kenntnisse der analogen Signalverarbeitung und Regelungstechnik stellen eine wesentliche Grundlage der Elektrotechnik-Sensorik dar. Die Projektierung und Konfiguration von regelungstechnischen Anlagen ist Kernaufgabe in den vielfältigen Berufsfeldern eines Bachelors der Elektrotechnik-Sensorik.
Inhalt	<i>Vorlesung Elektronik 3:</i> • Vertiefende Behandlung von Integraltransformationen • Übertragungsfunktion, Bode-Diagramm und Ortskurve • Filter 1. Ordnung: Integrierer, Differenzierer, Tiefpass, Hochpass, Allpass • Filter 2. Ordnung: Tiefpass, Hochpass, Allpass, Bandpass und Bandsperre • Filter höherer Ordnung • Zusammenhang zwischen Zeit- und Frequenzbereich • Übertragung der komplexen Wechselstromrechnung in andere technische Bereiche <i>Regelungstechnik 1:</i> • Elementare Übertragungsglieder, Modellierung realer Regelstrecken • Übertragungsfunktion, Sprungantwort, Bode-Diagramm und Ortskurve • Zwei- und Dreipunktreger • PID-Regler • Stabilitätsuntersuchung (Polstellenlage und Nyquist-Kriterium) • Einstellregeln für Reglerparameter • Spezielle Regelkreisstrukturen (Kaskadenregelung, ...) <i>Labor Elektronik3:</i> Aufbau und Inbetriebnahme einer Oszillatorschaltung mit Schmitt-Trigger • Untersuchung von Tief- und Hochpass erster Ordnung bei Anregung mit verschiedenen Signalformen • Passive Filterschaltungen 2. Ordnung • Aktive Filterschaltungen 2. Ordnung • Der Einsatz von Universalfilterschaltungen • Charakterisierung eines schwingungsfähigen elektromechanischen Systems in Form einer Übertragungsfunktion
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 120 min) bewertet.
Medienformen	• Tafelanschrieb • Hand-Outs für alle Unterlagen • Beamer-Präsentation aller Unterlagen

	Sammlung von Übungsaufgaben und Klausuren
Literatur	Frohne, Heinrich, Moeller: <i>Grundlagen der Elektrotechnik</i>, 20., überarb. Auflage, Teubner, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden, 2005 Führer, A.; Heidemann, K.; Nerretter, W.: <i>Grundgebiete der Elektrotechnik, Band 2</i>, Hanser, München, 2007 Tietze, U.; Schenk, Ch.: <i>Halbleiter-Schaltungstechnik</i>, 12. Aufl., Springer, Berlin, Heidelberg [u.a.], 2002 Gassmann, Hugo: <i>Einführung in die Regelungstechnik, Band 1</i>, 2., völlig überarb. Aufl., Harri Deutsch, Frankfurt am Main, 1993 Dorf, Richard und Bishop, Robert: <i>Moderne Regelungssysteme</i>, 10., überarb. Aufl., Pearson Studium, München, 2006

3.4.4 Verarbeitung digitaler Signale

Studiengang	Bachelor Elektrotechnik – Sensorik
Modul	ESTB440 Verarbeitung digitaler Signale
Zugeordnete Lehrveranstaltung	ESTB441 Digitale Signalverarbeitung ESTB442 Mikroprozessoren ESTB443 Labor Mikrorechner
Semester	4. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Christian Langen
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Christian Langen Prof. Dr.-Ing. Frieder Keller
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung 2+2 SWS Labor 2 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Stud. Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 SWS, Eigenstudium Labor 30 SWS, Eigenstudium 30 SWS
Credits	6 CP
Voraussetzungen	Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen in Informatik (ESTB150 und ESTB250) und Elektronik und Regelungstechnik (ESTB430)
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Die Studierenden kennen sowohl die Methoden und Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung als auch Mikroprozessor-Architekturen und haben Kompetenz zur Beurteilung der Eignung der Algorithmen der DSV und der Leistungsmerkmale der Mikroprozessor-Architekturen zur Lösung von Problemstellungen im Bereich der Sensorik. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Dieses Modul hat zwei Schwerpunkte. Im Schwerpunkt Digitale Signalverarbeitung werden basierend auf grundlegenden Kenntnissen der Systemtheorie die Methoden und Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung behandelt. Im Schwerpunkt Mikroprozessoren steht die Kenntnis der zur Umsetzung der Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung verwendeten RISC-Prozessor-Architekturen und der Eignung aufgrund Ihrer Leistungsmerkmale im Vordergrund. <i>Fachliche, methodische, fachübergreifende Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen:</i> Nach Abschluss des Moduls Können die Studierenden ihre Kenntnisse der Methoden und Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung auf ihnen unbekannte Probleme auf dem Gebiet der Sensorik anwenden.

	- kennen die Studierenden die Prozessor-Architekturen und Leistungsmerkmale ermöglicht die Auswahl und Bewertung ihrer Eignung für spezifische Aufgabenstellungen. - Im Labor Mikrorechner erwerben die Studierenden Kenntnisse im Umgang mit modernen Entwicklungssystemen sowie der Umsetzung von Algorithmen auf Maschinenebene sowie der Fehlersuche und -behebung (Debugging). <i>Einbindung in die Berufsvorbereitung:</i> Kenntnisse der digitalen Signalverarbeitung stellen eine wesentliche Grundlage der Elektrotechnik-Sensorik dar. Die Projektierung und Konfiguration von Mikroprozessor-Systemen zur Verarbeitung digitaler Signale ist eine der Kernaufgaben eines Bachelors der Elektrotechnik-Sensorik.
Inhalt	<i>Vorlesung Digitale Signalverarbeitung:</i> - Einleitung 1.1. Vor- und Nachteile digitaler Systeme 1.2. Übergang vom analogen zum digitalen Signal - Spektrale Darstellung von Signalen 2.1. Fourierreihen kontinuierlicher periodischer Signale 2.2. Fouriertransformation kontinuierlicher Signale 2.3. Fouriertransformation von abgetasteten (diskreten) Signalen 2.4. Diskrete Fouriertransformation diskreter Signale: DFT 2.4.1. Definition der DFT und der Inversen DFT (IDFT) 2.4.2. Eigenschaften der DFT und der IDFT 2.4.3. Leckeffekt und Wichten im Zeitbereich 2.4.4. Anwendung der DFT in der Messtechnik 2.4.5. Schnelle Berechnung der DFT: Fast Fourier Transform (FFT) - Digitale Filter 3.1. FIR- und IIR-Filter 3.2. Die diskrete Faltung 3.3. Übertragungsfunktion und Frequenzgang 3.4. Entwurf digitaler Filter - Korrelationsmesstechnik 4.1 Der normierte Korrelationskoeffizient als Maß für die Ähnlichkeit von Signalen 4.2 Kreuzkorrelationsfunktion KKF 4.3 Autokorrelationsfunktion AKF 4.4 Schnelle Berechnung der Korrelationsfunktionen 4.5 Beispiele zur Anwendung von AKF und KKF <i>Mikroprozessoren:</i> - Einführung – Eingebettete Systeme - Mikroprozessor-Befehlssätze - Die ARM-Architektur - ARM-Assemblerprogrammierung - ARM-Organisation und -Implementierung - Der ARM-Befehlssatz - Architekturelle Unterstützung für Hochsprachen - Speicherhierarchie <i>Labor Mikrorechner:</i> - Einführung Eclipse-Entwicklungsumgebung - Addition 64bit-Addition, Multiplikation, Akkumulation - Modulare Programmierung - Verwendung des Stacks, BCD-Addition, Arithmetik - Peripherie
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 120 min) bewertet.

Medienformen	• Tafelanschrieb • Hand-Outs für alle Unterlagen • Beamer-Präsentation aller Unterlagen • Sammlung von Übungsaufgaben und Klausuren
Literatur	<i>Digitale Signalverarbeitung:</i> von Grünigen, Daniel C.: <i>Digitale Signalverarbeitung</i>, Carl Hanser Verlag, 2001 Werner, Martin: <i>Digitale Signalverarbeitung mit MATLAB. Grundkurs mit 16 ausführlichen Versuchen</i>. 3., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage <i>Mikroprozessoren:</i> Beierlein, Thomas; Hagenbrück, Olaf (Hrsg.): <i>Taschenbuch Mikroprozessortechnik</i>, Fachbuchverlag Leipzig, 4. Auflage 2011 Furber, Steve: <i>ARM System-on-Chip Architecture</i>. Addison-Wesley, 2000 Furber, Steve: <i>ARM-Rechnerarchitekturen für System-on-Chip-Design</i>, mitp-Verlag, Bonn, 2002 Herold, Helmut; Lurz, Bruno; Wohlrab, Jürgen: <i>Grundlagen der Informatik</i>, Pearson-Verlag, 2. aktualisierte Auflage 2012 <i>Labor Mikrorechner:</i> Abbot, Doug: <i>Embedded Linux Development Using Eclipse</i>. Newnes 2009 Bauer, Sebastian: <i>Eclipse für C/C++-Programmierer. Handbuch zu den Eclipse C/C++ Development Tools (CDT)</i>. dpunkt Verlag 2009 Gibson, J. R.: <i>ARM Assembly Language – an Introduction (Second Edition)</i>, J.R. Gibson 2011 Hohl, William: <i>ARM Assembly Language. Fundamentals and Techniques</i>, CRC Press 2009

3.4.5 Mikro- und Nanosysteme

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB450 Mikro- und Nanosysteme
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB451 Mikro- und Nanotechnologie ESTB452 Optoelektronik
Studiensemester	4. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Karl Ehinger
Dozenten	Prof. Dr. Karl Ehinger, Prof. Dr. Ulrich Grünhaupt
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung, 4 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 h, Eigenstudium: 90 h
Kreditpunkte	5 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	ESTB110, ESTB140, ESTB210, ESTB240, ESTB360
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen: Das Modul Mikro- und Nanosysteme baut auf den in den naturwissenschaftlichen Vorlesungen Physik A, B und C sowie Physikalische Chemie und Werkstoffe 1 und 2 erworbenen Kenntnisse und Kompetenzen auf. Es werden im Unterschied

	zu anderen Modulen die technologischen Grundlagen zur Herstellung von Mikro- und Nanosystemen und von optoelektronischen Bauelementen behandelt. Die grundlegenden Funktionen mikro- und nanostrukturierter chemischer und physikalischer Sensoren werden ebenso erklärt wie die Prinzipien der Optoelektronik. Lernziele / Kompetenzen: Die Studierenden lernen die Funktion wichtiger Mikro- und Nanosysteme sowie die Grundprinzipien aller relevanten technologischen Prozessschritte zu ihrer Herstellung kennen und werden in die Grundlagen und Anwendungen optoelektronischer Komponenten und Systeme eingeführt. Sie sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage, mikromechanische und mikrooptische Systeme zu entwickeln und aufzubauen sowie bestehende Produktionsprozesse zu optimieren. Nach Abschluss der Lehrveranstaltungen können Studierende • mechanische und optoelektronische Mikrosysteme verstehen, konzipieren und realisieren • entscheiden ob Mikro- bzw. Nanosysteme monolithisch gefertigt oder hybrid aufgebaut werden sollen • Fertigungsprobleme analysieren und Verbesserungsmaßnahmen vorschlagen • Fertigungsfortschritte durch Messen und Prüfen charakterisieren und entscheiden ob der Gesamtprozess weiter geführt werden kann • die Eigenschaften von Silizium nutzen um Sensoren herzustellen • entscheiden, welche Lithographievariante unter technologischen und ökonomischen Randbedingungen optimal ist • die Vor- und Nachteile der LIGA-Technik beurteilen • optoelektronische Aufgabenstellungen in der Sensorik und Übertragungstechnik selbstständig lösen • bestehende mikromechanische und optoelektronische Systeme optimieren
Inhalt	• Was sind Mikro-, Nano- und optoelektronische Systeme? Definition und Beispiele • Parallelen zur Mikroelektronik • Vergleich monolithische Integration mit hybridem Aufbau • Vom Rohstoff zum Produkt: Herstellung eines Drucksensors • Produktionsbedingungen: Ausbeute, Partikel, Reinraumtechnik, Vakuumtechnik • Mess- und Prüfverfahren • Silizium als Material für Mikroelektronik und Sensorik • Einkristallherstellung • Epitaxie • Lithographie: Lackbehandlung, Lithographievarianten, Auflösung, zukünftige Lithographietechnologien • elektrochemische Metallabscheidung • LIGA-Technik • Grundlagen und Anwendungen optischer Komponenten und Lichtwellenleiter • Grundlagen und Anwendungen von Halbleiterstrahlungsemittern und -detektoren • Optoelektronische Übertragungssysteme • Applikationen optoelektronischer Prinzipien in der Sensorik

Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer Modulprüfung (Dauer 120 min) bewertet.
Medienformen	• Folien- bzw. Tafelanschrieb • Power-Point-Präsentationen mit dem Beamer • Filme, Animationen, Simulationen
Literatur	Vorlesungsskript Mikro- und Nanosysteme (selbst erstellt) Madou, Marc: Manufacturing Techniques for Microfabrication and Nanotechnology, CRC Press, 2012 Globisch, Sabine et al.: Lehrbuch Mikrotechnologie, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2011 Schwesinger, Norbert; Dehne, Caroline; Adler, Frederic: Lehrbuch Mikrosystemtechnik, Oldenbourg Verlag, 2009 Völklein, Friedemann; Zetterer, Thomas: Einführung in die Mikrosystemtechnik, 2. Auflage, Vieweg-Verlag, 2006 Gerlach, Gerald; Dötzel, Wolfram: Einführung in die Mikrosystemtechnik, 1. Auflage, Hanser-Verlag, 2006 Hilleringmann, Ulrich: Mikrosystemtechnik, Prozessschritte, Technologien, Anwendungen, 1. Auflage, Teubner-Verlag, 2006 Menz, Wolfgang; Mohr, Jürgen; Paul, Oliver: Mikrosystemtechnik für Ingenieure, 3. Auflage, VCH-Verlag, 2005 Mescheder, Ulrich: Mikrosystemtechnik, Konzepte und Anwendungen, 2. Auflage, Teubner-Verlag, 2004 Vorlesungsskript Optoelektronik (selbst erstellt) Hering, Ekbert; Martin, Rolf (Hrsg.): Photonik, Springer 2006 Kühlke, Dietrich, Optik: Grundlagen und Anwendungen, Harri Deutsch Verlag, 2011 Löffler-Mang, Martin: Optische Sensorik, Vieweg+Teubner Verlag 2011 Saleh, Bahaa; E. A., Teich; Marvin Carl: Grundlagen der Photonik, Wiley-VCH Verlag, 2008

3.5 Fünftes Semester

3.5.1 Praxisbegleitung

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB510 Praxisbegleitung
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB511 Praxisvorbereitung ESTB512 Praxisnachbereitung
Studiensemester	5. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Harald Sehr
Dozenten	Prof. Dipl.-Phys. Hans-Peter Voss, Dipl.-Psych. Matthias Knieper Dipl. Betriebswirt Jörg Glasstetter (MBA)
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Workshop mit Vorlesungs- und Übungsanteilen Blockkurs vor Semesterbeginn
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 h und Eigenstudium 120 h
Kreditpunkte	6 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	keine
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemeine Ziele:</i> Das Modul vermittelt Schlüsselqualifikationen, welche die Studierenden auf die Praxistätigkeit sowie das Berufsleben vorbereiten. Weiterhin werden die Grundlagen der betriebswirtschaftlichen Denkweise erarbeitet, welche den Studierenden ermöglicht, betriebswirtschaftliche Zusammenhänge in der Praxistätigkeit sowie in einer späteren Anstellung zu erkennen und zu bewerten. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Während sich das Modul Praxistätigkeit auf die technische und projektspezifische Aspekte des Praxissemesters konzentriert, vermittelt dieses Modul nichttechnische Kenntnisse und Fertigkeiten. <i>Kenntnisse, Fertigkeiten Kompetenzen:</i> Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben, • kennen Grundlagen und Methoden effektiven Lernens • kennen Präsentationsmethoden und Kreativitätstechniken • können Stärken und Schwächen der eigenen Persönlichkeit sowie individuell bevorzugte Teamrollen bewerten • können im Kontext menschlicher Netzwerke arbeiten • sind in der Lage, sich in wechselnde Teams und Projekte zu integrieren • können unterschiedliche Problemlösungsstrategien anwenden • kennen rechtliche Voraussetzungen für gewerbliche und freiberufliche Tätigkeiten • können wichtige betriebswirtschaftliche Informationen verstehen und interpretieren • verstehen die Zusammenhänge zwischen den unternehmerischen Teilbereichen Produktion, Vertrieb / Marketing, Rechnungswesen und Management

	• verfügen über Grundkenntnisse in im Bereich Finanzen / Investment
Inhalt	<i>Praxisvorbereitung:</i> Schlüsselqualifikationen: Sensibilisierung für relevante Schlüsselqualifikationen im Kontext des praktischen Studiensemesters, Methodenerwerb <i>Praxisnachbereitung:</i> Betriebswirtschaftslehre: • Überblick Betriebswirtschaft und Unternehmensformen • Unternehmerische Kennzahlen und Grundbegriffe • Kosten / Leistungsrechnung (Deckungsbeitrag & Rentabilität) • Einführung in Marketing • Unternehmensführung • Basiswissen Finanzen und Investment
Studien- und Prüfungsleistungen	Das Prädikat "bestanden" bzw. "nicht bestanden" wird anhand von Teamübungen, Teampräsentationen und der Mitarbeit vergeben.
Medienformen	• Beamer • Tafelanschrieb • Gestaltungsmaterialien • Flipchart • Video
Literatur	De Bono, Edward: <i>Serious Creativity. Die Entwicklung neuer Ideen durch die Kraft lateralen Denkens</i>, Stuttgart 1996 Koltze, Karl; Souchekov, Valeri: <i>Systematische Innovation</i>, München 2011 Senge, Peter: <i>Die fünfte Disziplin: Kunst und Praxis der lernenden Organisation</i>, Stuttgart 2011 Weidenmann, Bernd: <i>Handbuch Kreativität</i>, Weinheim 2010 Mayer, Thomas: <i>Betriebswirtschaftslehre für Ingenieure</i>, Karlsruhe, 2007 (Studienheft) Thommen, Jean-Paul; Achleitner, Ann-Kristin: <i>Allgemeine Betriebswirtschaftslehre – umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht</i>, Gabler Verlag, 4. Auflage, Wiesbaden 2003 Thommen, Jean-Paul; Achleitner, Ann-Kristin: <i>Allgemeine Betriebswirtschaftslehre – Arbeitsbuch</i>, Gabler Verlag, 4. Auflage, Wiesbaden 2004 Voss, Rüdiger: <i>BWL kompakt – Grundwissen Betriebswirtschaftslehre</i>, Merkur Verlag Rinteln, Reihe „das Kompendium“, Rinteln 2004 Müller, Klaus: <i>Management für Ingenieure, Grundlagen, Techniken, Instrumente</i>, Berlin, Heidelberg, New York, 1995 Kotler: <i>Marketing-Management</i>, versch. Auflagen

3.5.2 Praxistätigkeit

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB520 Praxistätigkeit
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB520 Praxistätigkeit
Studiensemester	5. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Harald Sehr
Dozenten	alle Professoren der Fakultät
Sprache	Deutsch

Lehrform, SWS und Gruppengröße	praktische Tätigkeit in einem Unternehmen oder einer anderen Praxisstelle, mindestens 95 Präsenztage
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	720 h
Kreditpunkte	24 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Praxisvorbereitung
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Alle Prüfungsleistungen der Semester 1 - 3 müssen abgeschlossen sein.
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemeine Ziele:</i> Ziel der Praxistätigkeit ist es, den Studierenden frühzeitig die Gelegenheit zu geben, das von ihnen erworbene Wissen in der Praxis anzuwenden und gleichzeitig die betrieblichen Abläufe in einem Unternehmen oder einer anderen Praxisstelle kennen zu lernen. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> In der Praxistätigkeit wenden die Studierenden erworbene Kenntnisse und Fertigkeiten in Projekten an. <i>Kenntnisse, Fertigkeiten Kompetenzen:</i> Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben, • kennen und verstehen betriebliche Abläufe und Zusammenhänge • kennen und beherrschen die praktischen Aspekte des Projektmanagements in ihrer Praxisstelle • sind in der Lage selbständig ingenieurtechnische Aufgaben, Teilprojekte oder Projekte unter Anleitung eines erfahrenen Mitarbeiters zu bearbeiten • sind in der Lage bearbeitete Projekte in technisch-wissenschaftlicher Form zu dokumentieren • sind befähigt, die zentralen Aspekte der bearbeiteten Projekte zu präsentieren
Inhalt	Die Studierenden sind in einem Industrieunternehmen oder einer anderen geeigneten Praxisstelle für die Dauer von mindestens 95 Präsenztagen tätig. Üblich sind Praxisverträge über eine Gesamtdauer von 6 Monaten. Die Studierenden sind in aktuelle Projekte der Praxisstelle aus den Bereichen Forschung, Entwicklung, Produktion, Produktmanagement, Marketing oder Vertrieb eingebunden. Die von den Studierenden bearbeiteten Projekte befassen sich mit Themen der Sensorik bzw. Sensorsystemtechnik oder dazu verwandten Bereichen und erlauben die praktische Anwendung des an der Hochschule erworbenen Wissens. Sie vermitteln einen Einblick in das spätere Berufsleben. Die Studierenden sind selbst dafür verantwortlich, eine geeignete Ausbildungsstelle sowie ein passendes Projekt zu finden und schließen mit der Praxisstelle eine Ausbildungsvereinbarung ab.
Studien- und Prüfungsleistungen	Die Praxistätigkeit wird anhand eines schriftlichen Berichtes und eines 15-minütigen Referates bewertet.
Medienformen	• praktische Tätigkeit • Projektion mittels Beamer
Literatur	Hering, L.; Hering, H.: <i>Technische Berichte</i> , Vieweg, 4. Aufl., 2003

3.6 Sechstes Semester

3.6.1 Optoelektronische Sensorik

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB610 Optoelektronische Sensorik
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB611 Photonik ESTB612 Optische Messtechnik ESTB613 Labor Optoelektronische Sensorik
Studiensemester	6. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Christian Karnutsch
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Christian Karnutsch
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung Photonik, 2 SWS Vorlesung Optische Messtechnik, 2 SWS Labor Optoelektronische Sensorik, 2 SWS, Gruppengröße 2 Studierende
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 90h, Eigenstudium Vorlesung 120h, Eigenstudium Labor 60 h
Kreditpunkte	9 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Optik, Grundlagen Elektronik, Grundlagen Messtechnik
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Die Studierenden erlernen die grundlegenden theoretischen und praktischen Kenntnisse der Optoelektronik und der darauf basierenden Messtechnik. Themenschwerpunkte sind optische und optoelektronische Komponenten und deren Anwendungen in der Sensorik. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Das Modul baut auf den Grundkenntnissen der Elektronik und der Optik im Rahmen der Physik auf. Im Bereich der Sensorik spielen optoelektronische Verfahren eine herausragende Rolle. Sie vervollständigen die im Rahmen des Studiums vorgestellte physikalische und chemische Sensorik. <i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden befähigt, • die wissenschaftlichen Grundlagen von optoelektronischen Komponenten zu handhaben • Sensorsysteme aus der Praxis zu analysieren und in Hinsicht auf eine Optimierung der Systemeigenschaften eine optimale Lichtquelle und einen optimalen Detektor auszuwählen • systematische Grenzen von optoelektronischen Sensorkomponenten und optischen Messtechniken zu bewerten • im Team gemeinsam eine komplexe Aufgabenstellung zu lösen • Präzisionsmessungen zu planen, durchzuführen und zu analysieren
Inhalt	<i>Vorlesung Photonik:</i> • Welleneigenschaften von Licht • Lichtquellen (LED, Laser, Laserdioden) • Detektoren (Photodioden, Photomultiplier, Photoleiter, Bildsensoren) • Licht-Materie-Wechselwirkungen (Absorption, Emission)

	• Photonik in der Praxis (Spektrometer, OTDR, CD, OCT) <i>Vorlesung Optische Messtechnik:</i> • Radiometrie • Lichttechnische Größen (Fotometrie) • Beleuchtungstechnik für Kameraaufnahmen • Farbmessverfahren • Optische Entfernungsmessung und 3D Messtechnik • Interferometrie <i>Labor Optoelektronische Sensorik:</i> • Detektion von Gasen mit Hilfe einer optischen Extinktionsmessung • Messungen an Lichtwellenleitern in Kombination mit Send- und Empfangsdioden; Messungen an Lichtwellenleitern unter Verwendung eines modernen OTDR-Gerätes • Optoelektronische Auswertung von Barcodes • Lichttechnische und farbmessische Charakterisierung von LEDs
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 120 min) bewertet. Die praktischen Fähigkeiten im Umgang mit den Messmitteln und den Laborversuchen werden durch Kolloquien und durch eine abschließende Laborprüfung (Dauer 45 min) bewertet.
Medienformen	• Skriptum, Tafelanschrieb • Folien (PowerPoint, PDF) • Sammlung von Übungsaufgaben • Umfangreiche Laboranleitungen • Ausgewählte wissenschaftliche Originalpublikationen
Literatur	R. Baer (Hrsg.): <i>Beleuchtungstechnik Grundlagen</i>, HUSS-Medien Berlin G. Schröder: <i>Technische Optik</i>, Vogel Fachbuch Bergmann-Schäfer: <i>Lehrbuch der Experimentalphysik, Band 3: Optik</i>, Walter de Gruyter Verlag D. Kühlke: <i>Optik – Grundlagen und Anwendungen</i>, Verlag Harri Deutsch Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Otto Schrober: <i>Lichtwellenleiter-Übertragungs- und Sensortechnik</i>, VDE Verlag E.F. Schubert: <i>Light-Emitting Diodes</i>, 2. Auflage, Cambridge University Press A. Reider: <i>Photonik – Eine Einführung in die Grundlagen</i>, 2. Auflage, Springer A. Rogers: <i>Essentials of Photonics</i>, 2. Auflage, CRC Press S. Kasap; H. Ruda; Y. Boucher: <i>Handbook of Optoelectronics and Photonics</i>, Cambridge University Press E. Hering; R. Martin: <i>Photonik – Grundlagen, Technologie und Anwendung</i>, Springer R. Dohlus: <i>Photonik: Physikalisch-technische Grundlagen der Lichtquellen, der Optik und des Lasers</i>, Oldenbourg Verlag B. Saleh; M. Teich: <i>Grundlagen der Photonik</i>, Wiley-VCH A. E. Siegman: <i>Lasers</i>, University Science Books O. Svelto: <i>Principles of Lasers</i>, 5. Auflage, Springer

3.6.2 Regelungstechnik und Aktorik

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modul	ESTB620 Regelungstechnik und Aktorik
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB621 Regelungstechnik 2 ESTB622 Aktorik / Robotik ESTB623 Labor Regelungstechnik
Semester	6. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Frieder Keller
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Frieder Keller Dr. Florian Dreher
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung: 2+2 SWS Labor: 2 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Stud. Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 SWS, Eigenstudium Labor 30 SWS, Eigenstudium 30 SWS
Credits	9 CP
Voraussetzungen	Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen in Elektronik und Regelungstechnik (ESTB430), Verarbeitung digitaler Signale (ESTB440) und Physik (ESTB110, ESTB210, ESTB360)
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Das Modul vermittelt die theoretischen Grundlagen der zeitdiskreten Systeme unter besonderer Berücksichtigung der sensorspezifischen Aspekte. Ausgehend von der Beschreibung in Form von Differenzgleichungen wird die z-Transformation vertiefend behandelt. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Analyse von Regelkreisen und die Auswahl geeigneter Entwurfsverfahren digitaler Regler sowie deren Parametrierung. Ausgehend von den physikalischen Grundlagen wird die mathematische Beschreibung elektrischer Maschinen erarbeitet. Weitere zentrale Themen sind Ansteuerungsverfahren und Grundsaltungen der Leistungselektronik. Praktische Erfahrungen werden im Labor vermittelt. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Das Modul baut auf den Modulen Elektronik und Regelungstechnik (ESTB430), sowie Verarbeitung digitaler Signale (ESTB440) auf. Die Studenten lernen hier die Vor- und Nachteile digitaler Regelungen im Vergleich zu den bereits bekannten analogen Reglern kennen. Neben Sensorelementen enthält ein Regelkreis zwingend auch Aktuatoren. Für ein umfassendes Verständnis sind auch in diesem Fachgebiet fundierte Kenntnisse erforderlich. <i>Fachliche, methodische, fachübergreifende Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen:</i> Die Studierenden können sowohl analoge als auch digitale Regler entwerfen und beim Systementwurf begründete Entscheidungen treffen. Sie kennen die mathematischen Grundlagen diskreter Systeme und Modellierungstechniken für dynamische Systeme auf der Basis von grundlegenden physikalischen Gesetzen. Sie können die mathematischen Modelle in Simulationstools abbilden. Die Studenten sind in der Lage Aktuatoren und die benötigte Leistungselektronik für eine gegebene Aufgabenstellung optimal auszuwählen und zu dimensionieren. <i>Einbindung in die Berufsvorbereitung:</i> Kenntnisse der digitalen Signalverarbeitung und Regelungstechnik stellen eine wesentliche Grundlage der Elektrotechnik-Sensorik dar. Die Projektierung und Konfiguration von regelungstechnischen Anlagen einschließlich der benötigten Aktorik und Sensorik ist Kernaufgabe in den vielfältigen Berufsfeldern eines Bachelors der Elektrotechnik-Sensorik.

Inhalt	<i>Vorlesung Regelungstechnik 2:</i> • Gegenüberstellung digitaler und analoger Regelkreis • Diskretisierung von analogen PID-Reglern • Einführung in die Theorie der z-Transformation • Anwendung der z-Transformation beim Reglerentwurf • Analyse des Zeitverhaltens digitaler Regelkreise • Entwurf von Reglern mit endlicher Einstellzeit • Simulationstechniken mit Matlab / Simulink <i>Aktorik / Robotik:</i> • Grundaufbau und Funktionsprinzipien von Gleichstrommaschinen, Asynchronmaschinen und Synchronmaschinen inklusive solcher mit Permanentmagnetenerregung (auch BLDC) • Entstehung von ein- und mehrpolpaarigen Drehfeldern • Verschiedene Erregungs- und Schaltungsvarianten von Gleichstrom- und Synchronmotoren. Grundsaltung der Leistungselektronik (H-, B6-Brücke) zur Ansteuerung von drehzahlgeregelten Antrieben und die für geeigneten Ansteuerungsverfahren • Ersatzschaltbilder und resultierende Drehmoment-Drehzahlkennlinien der Antriebe, sowie deren dynamisches Verhalten • Grundlagen der Robotik <i>Labor Regelungstechnik:</i> • Modellierung einer Regelstrecke und Simulation eines Regelkreises in Matlab / Simulink • Aufbau eines analogen Regelkreises für eine PT_1-Strecke • Der Zweipunktregler im Zusammenspiel mit verschiedenen Streckentypen • Aufbau einer Füllstandsregelung • Aufbau einer Drehzahlregelung • Stabilisierung einer instabilen Regelstrecke mit einem digitalen Regler (XPC)
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 120 min) bewertet.
Medienformen	• Tafelanschrieb • Hand-Outs für alle Unterlagen • Beamer-Präsentation aller Unterlagen • Vorlesungsexperimente • Sammlung von Übungsaufgaben und Klausuren
Literatur	Dorf, Richard; Bishop, Robert: <i>Moderne Regelungssysteme</i>, 10., überarb. Aufl., Pearson Studium, München, 2006 Lutz, Wendt: <i>Taschenbuch der Regelungstechnik</i>, 6., erw. Aufl., Harri Deutsch, Frankfurt am Main, 2005. Unbehauen, Heinz: <i>Regelungstechnik Band 3: Identifikation, Adaption, Optimierung</i>, 6., verb. Aufl., Vieweg, Braunschweig, 2000 Download: Vorlesungsskripte, Übungsaufgaben, Übungsklausur, alte Klausuren Gassmann, Hugo: <i>Einführung in die Regelungstechnik, Band 2</i>, Harri Deutsch, Frankfurt am Main, 1989 Fischer, Rolf: <i>Elektrische Maschinen</i>, Hanser Lehrbuch, 2011

3.6.3 Smart Systems

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modul	ESTB630 Smart Systems
Zugeordnete Lehrver- anstaltung	ESTB631 Software Engineering ESTB632 Embedded Systems ESTB633 Übung Embedded Systems
Semester	6. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Christian Langen
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Christian Langen Prof. Dr. Thorsten Leize
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Vorlesung 2+2 SWS Labor 2 SWS
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Stud. Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 SWS, Eigenstudium Labor 30 SWS, Eigenstudium 30 SWS
Credits	6 CP
Voraussetzungen	Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen in Informatik (ESTB150 und ESTB250), Elektronik und Regelungstechnik (ESTB430) und Verarbeitung digitaler Signale (ESTB440)
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Ziel dieses Moduls ist es, die Studierenden sowohl mit den Methoden des Software-Developments als auch der Softwareentwicklung für Embedded Systems vertraut zu machen und Kompetenzen zur Leitung komplexer Softwaresysteme und ihrer Implementierung in Embedded Systems zur Umsetzung von Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung zu erreichen. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Dieses Modul hat zwei Schwerpunkte. Im Schwerpunkt Software Development werden basierend auf grundlegenden Kenntnissen der Informatik die Methoden moderner System- und Software-Entwicklung in Ingenieur Anwendungen, insbesondere für Echtzeitsysteme oder eingebettete Systeme behandelt. Zusätzlich erwerben die Studierenden Kompetenzen in der Programmiersprache Java und Entwurfsmustern (Design Patterns). Im Schwerpunkt Embedded Systems steht die Fähigkeit der Umsetzung der Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung auf komplexen Hardware / Software-Systemen (Digitale Signalprozessoren (DSP), Field Programmable Gate Arrays (FPGA)) sowie moderner RISC-Prozessor-Architekturen unter Verwendung von Betriebssystemen. Die Studenten weisen Entscheidungs- und Führungskompetenz in allen zur erfolgreichen Bearbeitung von Entwicklungsprojekten wesentlichen Aspekten unter Verwendung komplexer Embedded Systems auf. <i>Fachliche, methodische, fachübergreifende Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen:</i> Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, die Kenntnisse auf den Gebieten der Informatik, Elektronik, Mikroprozessoren und digitalen Signalverarbeitung zu erweitern und auf komplexe Embedded Systems umzusetzen. Die gleichzeitige Anwendung der Kenntnisse auf den Gebieten des Software-Developments, digitalen Signalprozessoren, Digitalelektronik, Mikroprozessor-Architekturen und ihrer Leistungsmerkmale ermöglicht die Einschätzung und Bewertung der Eignung unterschiedlicher Konzepte (Hardware / Software-Codesign (VHDL), RISC/DSP, Embedded Betriebssysteme) für anspruchsvolle Projekte in der Sensorik. In der Übung Embedded Systems erwerben die Studierenden Kenntnisse im Umgang mit den verschiedenen aktuellen Konzepten des Bereichs der

	Embedded Systems (Hardware/Software-Codesign, Signalprozessor-Programmierung, Embedded Betriebssysteme). <i>Einbindung in die Berufsvorbereitung:</i> Kenntnisse der Smart Systems stellen in Zukunft eine wesentliche Grundlage der Elektrotechnik-Sensorik dar. Die Projektierung, Leitung und Durchführung komplexer Software-Projekte im Bereich der Embedded Systems ist eine der Kernaufgaben eines Bachelors der Elektrotechnik-Sensorik.
Inhalt	<i>Software Engineering:</i> 1. Moderner Entwurf von Softwaresystemen im Ingenieurbereich. 2. Entwurfsmuster 3. Bearbeitung verschiedener Beispiele werden mit aktuellen Software-Tools 4. Vorgehensweise und Besonderheiten des Software-Entwurfs für eingebettete und / oder Echtzeit-Systeme 5. Einführung in die Programmiersprache Java, inklusive graphischen Benutzerschnittstellen <i>Embedded Systems:</i> 1. Embedded Entwicklungssysteme 2. Schnittstellen 3. Digitale Filter a. Filtern mit endlicher Impulsantwort (FIR) b. Filtern mit unendlicher Impulsantwort (IIR) 4. Schnelle Fourier-Transformation (FFT) 5. Adaptive Filter 6. Embedded Betriebssysteme a. Embedded Linux b. Android c. Embedded Windows 7. Hardware/Software-Codesign a. Einführung in die VHDL-Programmierung <i>Übung Embedded Systems:</i> Die Inhalte der Lehrveranstaltung ESTB632 Embedded Systems werden an Beispielen aus der Berufspraxis umgesetzt.
Studien- und Prüfungsleistungen	Die theoretischen Kenntnisse der Studierenden werden in einer schriftlichen Klausur (Dauer 120 min) bewertet.
Medienformen	• Tafelanschrieb • Hand-Outs für alle Unterlagen • Beamer-Präsentation aller Unterlagen • Sammlung von Übungsaufgaben und Klausuren

Literatur	<i>Embedded Systems:</i> Abbott, Doug: <i>Linux for Embedded and Real-Time Applications</i>. Newnes, 3rd Edition 2013 Chassaing, Rulph; Reay, Donald: <i>Digital Signal Processing and Applications with the C6713 and C6416 DSK</i>, Wiley 2008 Halanan, Christopher: <i>Embedded Linux Primer. A Practical Real-World Approach</i>, Prentice Hall, 2nd Edition 2011 Reay, Donald: <i>Digital Signal Processing and Applications with the OMAP-L138 eXperimenter</i>. Wiley 2012 <i>Übung Embedded Systems</i> (zusätzlich zu ESTB632 Embedded Systems): Abbot, Doug: <i>Embedded Linux Development Using Eclipse</i>, Newnes 2009 Bauer, Sebastian: <i>Eclipse für C/C++-Programmierer. Handbuch zu den Eclipse C/C++ Development Tools (CDT)</i>, dpunkt Verlag 2009
-----------	---

3.6.4 Wahlpflichtmodul

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB640 Wahlpflichtmodul
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB641 Nichttechnisches Wahlpflichtfach 1 ESTB642 Nichttechnisches Wahlpflichtfach 2 ESTB643 Technisches Wahlpflichtfach
Studiensemester	6. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Harald Sehr
Dozenten	Alle Dozenten und Lehrbeauftragte der Hochschule
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	3 Vorlesungen mit jeweils 2 SWS
Modus	Wahlpflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 90 und Eigenstudium 90
Kreditpunkte	6 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Den Studenten wird hiermit die Möglichkeit gegeben, entsprechend ihren Neigungen und Fähigkeiten oder zum Ausgleich vorhandener Defizite fächerübergreifende Kompetenzen zu erwerben, wie z.B. Zeit- / Projektmanagement, wissenschaftliches Arbeiten, Innovationstechniken, Präsentations / -Rhetorikkompetenz, weitere fremdsprachliche bzw. interkulturelle Kompetenzen. Dies gilt ebenso für das technische Wahlpflichtfach. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Vor allem dient das Modul dem Erwerb weiterer Schlüsselqualifikation zusätzlich zu dem Modul Fremdsprachenkompetenz im dritten Semester. <i>Kenntnisse, Fertigkeiten Kompetenzen:</i> Im Rahmen der Schlüsselqualifikation sollen fächerübergreifende soziale, kommunikative und methodische Kompetenzen vermittelt werden. Im Detail sind die Kompetenzen aller Wahlpflichtfächer abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Inhalt	Nichttechnische Wahlfächer werden vom Studierenden gewählt und durch den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses genehmigt. Die Modalitäten der Studien- und Prüfungsleistungen der nichttechnischen Fächer werden durch die veranstaltenden Einrichtungen (Fakultäten oder Career Center) festgelegt. Die Studierenden haben die Möglichkeit, bei der individuellen Auswahl von technischen Wahlpflichtfächern auf das aktuelle Angebot an Wahlpflichtfächern, die in der Fakultät angeboten werden, zurückzugreifen. Der Lehrstoff dieser Veranstaltungen muss sich vom Pflichtangebot des Studiengangs Elektrotechnik – Sensorik deutlich unterscheiden. Eine Liste möglicher Wahlpflichtfächer wird vor Beginn jedes Semester per Aushang bekannt gegeben. Darüber hinaus können auch in Absprache mit dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses Lehrveranstaltungen aus anderen Studiengängen, auch aus anderen Fakultäten, als Wahlpflichtfach anerkannt werden. Die Modalitäten der Studien- und Prüfungsleistungen ergeben sich aus der maßgebenden Studien- und Prüfungsordnung des veranstaltenden Studiengangs. Alternative 1 zum Nichttechnischen Wahlfach 2: Abhalten eines Tutoriums für Studierende im Grundstudium z. B. in den Fächern Physik, Mathematik, Elektronik, Programmieren. Um gerade Studienanfänger im Grundstudium besser unterstützen zu können, erlangt die Veranstaltungsform des Tutoriums an den Fachhochschulen zunehmend Bedeutung. Tutorien, d. h. von erfahrenen Studierenden geleitete und moderierte Lernveranstaltungen, tragen entscheidend dazu bei, dass die in Vorlesungen vermittelten Fachinhalte übertieft und durch Diskussionen mit Kommilitonen besser verstanden werden. Damit diese Veranstaltungen ihren Zweck auch erfüllen, ist eine hochschuldidaktische Vorbereitung der Tutorinnen und Tutoren unerlässlich. Tutoren sollen Lernprozesse umfassend verstehen und sie in einer dem jeweiligen Fach und den psychologischen Bedürfnissen der Studierenden angemessenen Weise unterstützen können. Alternative 2 zum Nichttechnischen Wahlfach 2: Durchführung einer Projektarbeit Die bisher erworbenen fachlichen und fachübergreifenden Kompetenzen (Schlüsselqualifikationen) können im Rahmen einer Projektarbeit angewandt, durch praktische Tätigkeit eingeübt und vertieft werden. Durch die Projektarbeit können die Studierenden erfahren wie sich die erlernten Fähigkeiten in die Praxis umsetzen lassen und welche Schwierigkeiten in der angewandten Umsetzung auftreten können.
Studien- und Prüfungsleistungen	Die Kenntnisse der Studenten werden anhand einer Prüfung bewertet. Im Fall einer Projektarbeit erfolgt die Benotung anhand des Projektberichts/-präsentation.
Medienformen	
Literatur	

3.7 Siebtes Semester

3.7.1 Computersimulation

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB710 Computersimulation
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB711 Schaltungslayout ESTB712 Computergestütztes Messen
Studiensemester	7. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Harald Sehr
Dozenten	Dipl.-Ing. (FH) Thomas Dörnhöfer Dipl.-Ing. (FH) Michael Schultz
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Blockveranstaltung vor Semesterbeginn
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Wintersemester und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 60 und Eigenstudium 180
Kreditpunkte	8 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Elektronik, Messtechnik
Voraussetzung nach Prüfungsordnung	keine
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Das Modul Computersimulation vermittelt Grundkenntnisse und -fertigkeiten, die zum Erstellen von Schaltungslayouts und für computergestützte Messanwendungen notwendig sind. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Während in den Modulen zur Elektronik und Messtechnik Kenntnisse und -fertigkeiten über elektronische Schaltungen und Messmethoden im Vordergrund stehen, ist das Ziel dieses Moduls, die Studierenden mit dem Entwurf von Schaltungslayouts und mit computerunterstützten Messmethoden vertraut zu machen, indem Sie die Anwendung von Spezialsoftware erlernen und üben. <i>Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenzen:</i> Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben, • kennen die Grundlagen des Entwurfs von Schaltungslayouts • beherrschen den Umgang mit Spezialsoftware zum Entwurf von Schaltungslayouts und computergestützter Messtechnik • sind in der Lage anhand eines Schaltplanes ein Schaltungslayout nach gegebenen Anforderungen und Gesichtspunkten der Herstellbarkeit zu entwerfen • können selbständig und kreativ elektronische Schaltungen entwerfen • kennen, verstehen und beherrschen die wichtigsten computergestützten messtechnischen Analysearten • kennen die erweiterten Analysemöglichkeiten, die sich durch die Computersimulation ergeben, und können diese anwenden
Inhalt	<i>Schaltungslayout:</i> • Grundbegriffe • Erstellen eines Schaltplanes • Editieren von Bauteilen

	• Erstellen des Layouts (praxisgerechtes Platzieren von Bauteilen, verlegen der Leiterbahnen unter Berücksichtigung von Signaleigenschaften) • Ausgabe des Layouts in einer geeigneten Form <i>Computergestütztes Messen:</i> • Anwendungsgebiete von Labview • Einführung in die grafische Oberfläche • Datenflussprogrammierung • Grundlegende Strukturen der Programmierung • Anwendung dieser Strukturen anhand von Beispielen am Rechner • Weiterführende Programmierung • Selbständiges Finden von Lösungen anhand eingeführter Strukturen am Rechner • Einbinden von Messkarten und Erstellen von Messprogrammen • Einbinden von Gerätetreibern
Studien- und Prüfungsleistungen	Das Prädikat "bestanden" bzw. "nicht bestanden" wird anhand der Bearbeitung praktischer Übungsaufgaben vergeben.
Medienformen	• Folien • Beamer • Tafelanschrieb • praktische Übungsaufgaben am Rechner
Literatur	Eine LabView Studentenversion ist in der Hochschulbibliothek erhältlich

3.7.2 Projektarbeit

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB720 Projektarbeit
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	ESTB721 Projektarbeit
Studiensemester	7. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Sehr
Dozenten	alle Professoren der Fakultät
Sprache	deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Semesterbegleitende Projektstätigkeit, 6 SWS
Modus	Pflichtveranstaltung
Turnus	Winter- und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium 90 h und Eigenstudium 120 h
Kreditpunkte	7 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	keine
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Kenntnisse der Module der Semester 1 - 6
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Bearbeitung eines vorgegebenen Themas in der Regel von einem Studierenden. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Die Projektstätigkeit erfolgt unter Anleitung eines Professors. Je nach Themenstellung sind Kenntnisse aus den vorausgehenden Modulen erforderlich, die mit dem

	Thema verwandt sind. <i>Fachliche, methodische, fachübergreifende Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen:</i> Der Studierende soll die systematische und zielgerichtete Erarbeitung einer vorgegebenen Aufgabenstellung möglichst eigenständig ausführen und zeigen, dass er dazu in der Lage ist. Der Studierende soll die selbständige Bearbeitung einer vorgegebenen Aufgabenstellung, so wie es in der beruflichen Praxis gefordert wird, durchführen.
Inhalt	Thema aus einem Bereich des Studiengangs
Studien- und Prüfungsleistungen	Schriftliche Ausarbeitung und Vortrag (Dauer 20 min) mit anschließender Diskussion (Dauer 10 min).
Medienformen	
Literatur	Hering L; Hering H: <i>Technische Berichte</i> , Vieweg, 5. Aufl., 2007

3.7.3 Bachelorthesis

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB730 Bachelorthesis
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	
Studiensemester	7. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Sehr
Dozenten	Alle Professoren der Fakultät
Sprache	Deutsch (auf Antrag Englisch)
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Pflichtmodul
Modus	Projekttätigkeit über einen Bearbeitungszeitraum von 4 Monaten. Einzelarbeit
Turnus	Winter- und Sommersemester
Arbeitsaufwand	4 Monate
Kreditpunkte	12 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	180 CP
Lernziele / Kompetenzen	<i>Allgemein:</i> Selbständige Bearbeitung eines vorgegebenen Themas in einer gegebenen Zeit. <i>Zusammenhänge / Abgrenzung zu anderen Modulen:</i> Im Unterschied zu der Praxistätigkeit im praktischen Studiensemester muss die Bachelor-Thesis eigenverantwortlich und ohne unzulässige fremde Hilfe durchgeführt werden. <i>Einbindung in die Berufsvorbereitung:</i> Nachweis der selbständigen Durchführung einer Arbeit mit wissenschaftlichen Methoden.
Inhalt	Thema aus dem Bereich der Sensorik. Durchführung vorzugsweise in der Industrie.
Studien- und Prüfungsleistungen	Schriftliche Ausarbeitung und Vortrag (Dauer 20 min) mit anschließender Diskussion (Dauer 20 min).
Medienformen	
Literatur	Hering L; Hering H: <i>Technische Berichte</i> , Vieweg, 5. Aufl., 2007

3.7.4 Abschlusskolloquium

Studiengang	Elektrotechnik – Sensorik
Modulname	ESTB740 Abschlusskolloquium
Zugeordnete Lehrveranstaltungen	
Studiensemester	7. Semester
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Sehr
Dozenten	Alle Professoren der Fakultät
Sprache	Deutsch
Lehrform, SWS und Gruppengröße	Selbststudium, Wiederholung der Vorlesungsinhalte des Studiums
Modus	Pflichtmodul
Turnus	Winter und Sommersemester
Arbeitsaufwand	Eigenstudium 90 h
Kreditpunkte	3 CP
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>Allgemein:</i> Beherrschung der grundlegenden Prinzipien und wichtigsten Fakten aus den Lehrinhalten des Studiengangs Elektrotechnik – Sensorik
Lernziele/ Kompetenzen	
Inhalt	Inhalte aus dem Thema der Bachelorthesis und allgemeine Lehrinhalte aus der Elektrotechnik – Sensorik
Studien- und Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung (Dauer 40 min)
Medienformen	
Literatur	