



UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

Modulhandbuch

Bachelor NanoEngineering PO12

Stand: 21.04.2017

Impressum

Universität Duisburg-Essen
Fakultät für Ingenieurwissenschaften
Programmverantwortlicher: Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher
Straße: Bismarckstraße 81
Ort: 47057 Duisburg
Tel: 379-3406
Fax: 379-3404
Email: gerd.bacher@uni-due.de

Inhaltsverzeichnis

Impressum.....	2
1 Beschreibung des Studiengangs.....	5
2 Regelstudienplan.....	7
3 Curriculum des Bachelor-Studiengangs NanoEngineering (Vollzeitstudiengang)	9
4 Curriculum des Bachelor-Studiengangs NanoEngineering (Teilzeitstudiengang)	11
5 Wahlpflichtkataloge des Bachelor-Studiengangs NanoEngineering	13
6 Erläuterungen zu den Modulbeschreibungen.....	15
7 Beschreibung der Module	17
Allgemeine Chemie	19
Bachelor-Arbeit.....	21
Computergestützte Ingenieurmathematik	23
Computergestützte Ingenieurmathematik Projektpraktikum	25
Eigenschaften und Anwendungen von Nanomaterialien 1	27
Eigenschaften und Anwendungen von Nanomaterialien 2	29
Einführung in die Messtechnik	31
Einführung in die Nanotechnologie	33
Einführung in die Polymerwissenschaften.....	35
Einführung in die Werkstoffe	37
Elektronische Bauelemente.....	39
Festkörperelektronik	41
Grundlagen der Elektrotechnik E1.....	43
Grundlagen der Elektrotechnik E2.....	45
Grundlagen der Elektrotechnik E3.....	47
Grundlagen elektronischer Schaltungen	49
Grundlagen der Physik (Nano)	51
Grundlagen der technischen Informatik.....	53
Grundlagen ingenieurwissenschaftlichen Arbeitens.....	55
Industriepraktikum.....	57
Mathematik 1 (für Ingenieure).....	59
Mathematik 2 (für Ingenieure).....	61
Mathematik E3	63
Medizintechnik	65
Nanocharakterisierung 1	67
Nanocharakterisierung 2	69

Nanocharakterisierung Praktikum	71
NanoEngineering Praktikum.....	73
Nanotechnologie 1	75
Nanotechnologie 2	77
Nichttechnischer Wahlpflichtbereich Nano Bachelor	79
Operating Systems & Computer-Networks	81
Optische Übertragungstechnik.....	83
Optoelektronik (Nano).....	85
Optoelektronik Praktikum (EIT).....	87
Praktikum Einführung in die Thermoelektrik.....	89
Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik (Teil 1)	91
Praktikum Grundlagen der technischen Informatik.....	93
Praktikum Netzwerklabor	95
Procedural Programming	97
Projekt Bachelor (Nano)	99
Reaktionstechnik.....	101
Technische Darstellung.....	103
Theorie linearer Systeme	105
Thermodynamik 1	107
Thermodynamik 2 Nano	109
Verbrennungslehre.....	111
Verfahren und Anlagen der Nanotechnologie	113
Wahlpflichtbereich Bachelor	115

1 Beschreibung des Studiengangs

Die Nanotechnologie ist die Herstellung und Nutzung von Strukturen, die in mindestens einer Dimension kleiner als 100 nm (0,0000001 m) sind. Entscheidend dabei ist, dass allein aus der Dimension der Systemkomponenten neue Funktionalitäten und Eigenschaften zur Verbesserung bestehender oder zur Entwicklung neuer Produkte entstehen. Das Gebiet Nanowissenschaft und Nanotechnologie hat sich in den letzten Jahrzehnten außerordentlich dynamisch und stark fachübergreifend entwickelt. Die Nanotechnologie ist zu einer Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts geworden.

Ihr umfangreiches Anwendungspotential kann wirtschaftlich nur dann genutzt werden, wenn die in der Grundlagenforschung entdeckten „Nanoeffekte“ und die entsprechenden neuen Eigenschaften von Nanomaterialien und Nanostrukturen in industrielle Produkte umgesetzt werden. Das Vordringen in die Welt der elementarsten Bausteine ist dabei eine Herausforderung, die immer neue, immer weitere, faszinierende Möglichkeiten für neue Produkte und Märkte offenbaren wird. Diese Übertragung ist eine ingenieurwissenschaftliche Aufgabe, zu der Studierende des Bachelor-Studiengangs „NanoEngineering“ ausgebildet werden.

Zunächst werden im Bachelor-Studiengang „NanoEngineering“ die grundlegenden Methoden der Mathematik und Naturwissenschaften erarbeitet. Die ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen setzen sich aus Modulen mit den Schwerpunktfächern der Elektrotechnik und Informationstechnik, des Maschinenbaus und der Materialwissenschaften. Parallel hierzu werden Grundlagen der Nanotechnologie aufgebaut. Erste Vertiefungen finden in der Elektronik und Optoelektronik sowie in der Prozesstechnik statt. Die praxisnahe und interdisziplinäre Zusammenarbeit wird intensiv einstudiert in den Modulen „NanoEngineering Praktikum“, „Projekt-Bachelor (Nano)“, „Industriepraktikum“ und der Bachelor-Arbeit. Ergänzt werden die Pflichtveranstaltungen durch technische Wahlpflichtfächer und nicht-technische Wahlpflichtfächer.

Der Bachelor-Studiengang ist breit angelegt, mit nur drei Wahlmöglichkeiten, um ausreichende Grundlagen sowohl für die vielfältigen beruflichen Tätigkeitsfelder und Anwendungsgebiete als auch für ein nachfolgendes Master-Studium zu vermitteln.

Das 6-semestriges Bachelor-Studium umfasst 180 Credits bei 132 SWS. Bei den Credits entfallen 156 auf die Fächer des Pflicht- und Wahlpflichtbereichs, 9 auf die berufsorientierte Fachpraxis und 15 auf die Bachelor-Arbeit. Alle Prüfungen sind studienbegleitend - in Form von schriftlichen Klausuren oder mündlichen Prüfungen - abzulegen. Der Prüfungszeitraum liegt in jedem Semester nach dem Ende des Vorlesungszeitraums. Am Ende des Studiums ist eine Bachelor-Arbeit anzufertigen.

2 Regelstudienplan

Der Studienplan ist der untenstehenden Tabelle zu entnehmen. Die Spalten der Tabelle haben folgende Bedeutung:

- Spalte 1 (Name): fett: Name des Moduls oder Name des Wahlpflichtbereichs
nicht fett: Name der einzelnen Lehrveranstaltung
(für nicht unterteilte Module ist Name des Moduls = Name der Lehrveranstaltung)
- Spalten 2-5 (V Ü P S): Semesterwochenstunden (SWS) für
Vorlesung (V), Übung (Ü), Praktikum (P), Seminar und Projekt (S)
bei (S) nicht in SWS angegeben sind das Projekt (Pr) und die Bachelor-Arbeit (BA),
Industrie-Praktikum (IP)
- Spalte 6 (Cr.): ECTS-Credits
- Spalte 7 (P/S): P = Prüfungsleistung, S = Studienleistung
- Spalte 8 (VZ Sem): Semester im Fall des Vollzeitstudiengangs
- Spalte 9 (TZ Sem): Semester im Fall des Teilzeitstudiengangs

Name	SWS				Cr.	P/S	VZ Sem	TZ Sem
	V	Ü	P	S				
Mathematik 1 (für Ingenieure)	4	2			8	P	1	1
Mathematik 2 (für Ingenieure)	3	2			7	P	2	2
Grundlagen der technischen Informatik	2	1			3	P	1	3
Procedural Programming	1	1	1		3	S	2	4
Grundlagen der Elektrotechnik E1	3	2			7	P	3	3
Grundlagen der Elektrotechnik E2	3	2			7	P	4	4
Einführung in die Werkstoffe					5			
... V/Ü	2	1				P	1	3
... Praktikum			1			S	2	4
Einführung in die Polymerwissenschaften	2	1			3	P	2	4
Grundlagen der Physik (Nano)					9			
... V/Ü Physik 1	3	1				}P	1	1
... V/Ü Physik 2	2	1					2	2
... Praktikum für NanoEngineering			2				2	2
Mathematik E3	3	2			6	P	3	3
Allgemeine Chemie					8			
... V/Ü	3	2				P	1	1
... Praktikum			3			S	2	2
Einführung in die Messtechnik					5			
... V/Ü	2	1				P	5	5
... Praktikum			2			S	5	5
Festkörperelektronik	3	1			5	P	4	4
Elektronische Bauelemente	2	1			3	P	5	7
Optoelektronik (Nano)	2	1			3	P	5	7
Einführung in die Nanotechnologie	2	1			3	P	1	1
Verfahren und Anlagen der Nanotechnologie	2	1			5	P	2	2
Nanotechnologie 1	2	1			4	P	3	5
Nanotechnologie 2	2	1			4	P	4	6
Nanocharakterisierung 1	2	1			3	P	3	5
Nanocharakterisierung 2	2	1			3	P	4	6
Eigenschaft. u. Anwend. v. Nanomaterialien 1	2	1			4	P	4	6
Eigenschaft. u. Anwend. v. Nanomaterialien 2	2	1			4	P	5	7
NanoEngineering Praktikum			3		4	S	6	8
Thermodynamik 1	2	1			5	P	3	5
Thermodynamik 2 (Nano)	2	1			5	P	4	6
Reaktionstechnik	2	1			4	P	4	7

(Fortsetzung auf der Folgeseite)

Name	SWS				Cr.	P/S	VZ Sem	TZ Sem
	V	Ü	P	S				
Wahlpflichtbereich Bachelor (3 Module)								
Technisches Wahlpflichtfach 1**)	2	1			3	P	3	6
Technisches Wahlpflichtfach 2**)	2	1			3	P	6	7
Technisches Wahlpflichtfach 3**)	2	1			3	P	6	8
Nichttechnischer Wahlpflichtbereich Nano Bachelor*					10			
Nichttechnisches WP-Fach 1*)	2				2	S	1 *)	2
Nichttechnisches WP-Fach 2*)	2				2	S	2 *)	3
Nichttechnisches WP-Fach 3*)	2				2	S	3 *)	4
Nichttechnisches WP-Fach 4*)	2				2	S	3 *)	6
Nichttechnisches WP-Fach 5*)	2				2	S	3 *)	7
Industriepraktikum***)				IP	9	S	5/6	8
Projekt Bachelor (Nano)			5	Pr	7	S	5	7
Bachelor-Arbeit (einschl. Kolloquium)				BA	15	P	6	9
Summe	78	36	17		180			

- *) im nichttechnischen Wahlpflichtbereich (formal mehrere Module) insgesamt 10 ECTS-Credits nach den Vorgaben des Wahlpflichtkatalogs B-NWP (Fächerzahl und Semesterzuordnung sind irrelevant)
- **) im technischen Wahlpflichtbereich insgesamt 9 Credits aus dem Wahlpflichtkatalog B-TWP (Fächerzahl und Semesterzuordnung sind irrelevant)
- ***) Industrie-Fachpraktikum, regulär im Winter zwischen 5. und 6. Semester

3 Curriculum des Bachelor-Studiengangs NanoEngineering (Vollzeitstudiengang)

SWS	1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.
1	Mathematik 1 (für Ingenieure)	Mathematik 2 (für Ingenieure)	Mathematik E3	Festkörperelektronik	Elektronische Bauelemente	NanoEngineering Praktikum
2						
3						
4						
5	8 Credits	7	6	5	Optoelektronik (Nano)	TW2
6		Physik 2	Grundlagen der Elektrotechnik E1	Grundlagen der Elektrotechnik E2		
7	Physik 1	3			3	3
8		Physik Praktikum		7	Einf. i. d. Messtechnik	TW3
9		f. NanoEng. 2			3	
10	4		7			3
11	Allgemeine Chemie	Praktikum	Thermodynamik 1	Thermodynamik 2 (Nano)	Einf. i. d. Messtechnik Praktikum 2	Bachelor-Arbeit
12		Allgemeine Chemie		5	Eigenschaft. u. Anwen. Nanomaterialien 2	
13		3	5	Reaktionstechnik	4	
14		Procedural Programming	Nanotechnologie 1	4	Projekt Bachelor (Nano)	
15	5		4			
16	Grundlagen Techni. Informatik f. NanoEng	3		Nanotechnologie 2	7	
17		Einführung in die Polymerwissenschaften	Nano- charakterisierung 1	4		
18		3	3			
19	Einführung in die Werkstoffe (EW)	EW. Prakt. 1	NTW3	Nano- charakterisierung 2	TW1	
20	4	Verfahren und Anlagen der Nanotechnologie	2	3		
21		5	2			
22	Einführung in die Nanotechnologie	3	NTW4	Eigenschaft. u. Anwen. Nanomaterialien 1	3	15
23		2	2	4		
24		NTW2	NTW5		Industrie-Fachpraktikum	
25	2		2		6	3
26						
27						
	26SWS/29Cr.	25SWS/29Cr.	25SWS/31Cr.	24SWS/32Cr.	22SWS/30Cr.	9SWS/29Cr.

Die technischen und nichttechnischen Wahlfächer können auch alternativ auf die 6 Semester verteilt werden

4 Curriculum des Bachelor-Studiengangs NanoEngineering (Teilzeitstudiengang)

SWS	1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.	5. Sem.	6. Sem.	7. Sem.	8. Sem.	9. Sem.
1	Mathematik 1 (für Ingenieure)	Mathematik 2 (für Ingenieure)	Mathematik E3	Festkörperelektronik	Einf. i. d. Messtechnik	Thermodynamik 2 (Nano)	Optoelektronik (Nano)	NanoEngineering Praktikum	Bachelor-Arbeit
2				5	Einf. i. d. Messtechnik Praktikum 2	5	3	4	
3									
4									
5									
6	8 Credits	Physik 2	Grundlagen der Elektrotechnik E1	Grundlagen der Elektrotechnik E2	Nanotechnologie 2	Nanotechnologie 2	Reaktionstechnik	TW3	
7	Physik 1	Physik Praktikum			Elektronische Bauelemente	4	4	3	
8				7	3	Nano- charakterisierung 2	Eigenschaft u. Anwen. Nanomaterialien 2	Industriepraktikum	
9					Thermodynamik 1	3	4		
10	4				5	Eigenschaft u. Anwen. Nanomaterialien 1	TW2		
11	Allgemeine Chemie	Allgemeine Chemie Praktikum	Grundlagen Techn. Informatik f. NanoEng.	Procedural Programming	Nanotechnologie 1		3	9	
12			3	EW. Prakt. 1	4				
13				3					
14				Polymervissenschaften					
15				3					
16	5	Verfahren und Anlagen der Nanotechnologie	Einführung in die Werkstoffe (EW)	3			Projekt Bachelor (Nano)		
17	Einführung in die Nanotechnologie	NTW1	NTW2	NTW3	Nano- charakterisierung 1	TW1			
18	3	2	2	2	3	2	7		
19							NTW5		
							2		
	18SWS/20Cr.	18SWS/22Cr.	18SWS/22Cr.	17SWS/21Cr.	17SWS/20Cr.	17SWS/21Cr.	19SWS/23Cr.	6SWS/16Cr.	15Cr.

Die technischen und nichttechnischen Wahlfächer können auch alternativ auf die 9 Semester verteilt werden.

5 Wahlpflichtkataloge des Bachelor-Studiengangs NanoEngineering

Diese Kataloge zeigen lediglich das derzeitige Angebot (Stand 28.03.2013). Sie können semesterweise vom Prüfungsausschuss geändert werden. Die Anzahl der auszuwählenden Fächer und weitere Bedingungen ergeben sich aus der Prüfungsordnung.

Hinweis:

Alle nichttechnischen Wahlfächer gelten als Studienleistungen, so dass keine Anmeldung beim Prüfungsamt erfolgen muss. Lediglich im Erfolgsfall wird das Ergebnis an das Prüfungsamt weitergeleitet (§21 Prüfungsordnung Bachelor-Studiengang NanoEngineering).

Alle technischen Wahlfächer gelten als Prüfungsleistungen und sind wie diese zu behandeln, insbesondere ist eine Anmeldung beim Prüfungsamt erforderlich (§18 Prüfungsordnung Bachelor-Studiengang NanoEngineering).

Es gelten die Fächer in der Reihenfolge der Anmeldung. Sollten die Fächer als Zusatzfächer gemäß § 30 der Prüfungsordnung Bachelor-Studiengang NanoEngineering gewertet werden, teilen Sie dies bitte dem Prüfungsamt vor der Prüfung mit!

Katalog B-NWP Nano (nichttechnische Wahlpflichtfächer im Bachelor-Studiengang NanoEngineering)

In der Summe müssen 10 Credits*) aus diesem Wahlpflichtbereich durch Erbringung von Studienleistungen erworben werden, wobei folgende Bedingungen gelten:

Frei wählbare Fächer (mindesten 2, maximal 6):

- nicht aus Ingenieurwissenschaften inklusive Informatik, Mathematik und Naturwissenschaften;
- nicht aus den folgenden Bereichen Betriebswirtschaftliche Fächer und Ingenieurorientierte, nichttechnische Fächer, sonst frei aus dem Angebot der Universität wählbar, z.B. nichttechnische E1- oder E3-Fächer**)

Betriebswirtschaftliche Fächer (mindestens 2, maximal 6):

- Betriebswirtschaft für Ingenieure (Fojcik, V2, WS, 2 Credits)
- Einführung in die Betriebswirtschaftslehre für interdisziplinäre Studiengänge (Prinz, 2SWS, WS, 2 Credits)
- Marketing für Geistes-, Sozial- und Naturwissenschaftler (Vohr, SS)
- Beliebige andere betriebswirtschaftliche Fächer, die eine Einführung in die Betriebswirtschaft geben (sofern der/die Lehrende der Erbringung einer Studienleistung zustimmt)**)

Ingenieurorientierte nichttechnische Fächer (mindestens 2, maximal 6):

- Einführung in das Wirtschaftsrecht (Fessel, 2 SWS, SS, 2 Credits)
- Moderne Managementmethoden (Deike, V2, SS und WS, 2 Credits)
- Technisches Englisch (für EIT und NE) (Morley, WS und SS, 2 Credits) (Eine Anmeldung ist erforderlich, siehe LSF)
- Technisches Englisch: Intermediate_DU (Erichton, 2 SWS, WS und SS, 3 Credits)**)
- Technisches Englisch: Upper Intermediate_DU (Crichton, 2 SWS, WS und SS, 3 Credits)**)
- LATEX-Kurs(Häring, 1 SWS, WS und SS, 2 Credits)

Katalog WP_Bachelor (technische Wahlpflichtfächer im Bachelor NanoEngineering)

Insgesamt 9 Credits sind durch Prüfungsleistungen aus dem folgenden Angebot zu erbringen!

- Grundlagen der Elektrotechnik 3 (Willms, V3, Ü2, WS, 3 Credits)
- Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik, Teil 1 (Erni, P2, WS, 1 Credit) (Begrenzt auf 10 – 15 Teilnehmer!)
- Praktikum Grundlagen der Technischen Informatik (Hunger, P1, WS, 1 Credit)
- Grundlagen ingenieurwissenschaftlichen Arbeitens (Viga, V1, P2, SS, 3 Credits)
- Optoelektronisches Praktikum (Buß, Bacher P2, WS, 3 Credits)
- Optische Übertragungstechnik (Buß, V2, Ü1, SS, 3 Credits)
- Nanocharakterisierung Praktikum (Kümmell, P3, WS, 3 Credits)
- Medizintechnik (Viga, V2, Ü1, WS, 3 Credits)
- Operating Systems and Computer Networks (Hunger, V2, Ü1, SS, 3 Credits)
- Praktikum Netzwerklabor (Hunger, P, SS, 3 Credits)
- Einführung in die Grundlagen der Biologie (Meckenstock, V2, WS, 2 Credits)
- Praktikum Einführung in die Thermoelektrik (Schmechel, Wolf, u.a., P2, WS, 3 Credits)
- Theorie linearer Systeme (Czylwik, V2, Ü2, WS, 4 Credits)
- Computergestützte Ingenieurmathematik (Czylwik, V1, SS, 1 Credit)
- Computergestützte Ingenieurmathematik Projektpraktikum (Czylwik, P2, SS, 3 Credits)
- Technische Darstellung (Köhler, V2, Ü2, WS, 5 Credits)
- Verbrennungslehre (Schulz, V2, Ü1, WS, 4 Credits)
- Grundlagen elektronischer Schaltungen (Kokozinski, V2, Ü1, SS, 3 Credits)

*) Mehr als die vorgeschriebenen Credits können nicht auf die Pflicht-Credits angerechnet werden. Die Anzahl der Fächer spielt keine Rolle, nur die ECTS-Credits sind relevant. Falls für das Fach keine Credits vergeben werden, wird 1 Credit pro SWS gerechnet.

**) Siehe www.uni-due.de/ios/ Die dort angegebene Zuordnung zu E1, E2 und E3 ist nicht relevant. Die Teilnehmerzahl ist begrenzt und eine Anmeldung ist erforderlich.

6 Erläuterungen zu den Modulbeschreibungen

Erläuterungen

In Teil 7 sind alle Module und Wahlpflichtbereiche beschrieben. In den Modulbeschreibungen sind die zugehörigen Lehrveranstaltungen aufgeführt. Unter „Semester“ steht dort eine Zahl, die das reguläre Semester angibt, zu dem die Lehrveranstaltung nach Regelstudienplan des Vollzeitstudiums besucht werden soll. Für ein Teilzeitstudium ist das reguläre Semester im Regelstudienplan (Kapitel 2) angegeben. Die Angabe WS (Wintersemester) oder SS (Sommersemester) informiert darüber, in welchen Semestern die Lehrveranstaltung angeboten wird.

Wahlpflichtbereiche sind keine Module. Vielmehr sind in ihnen die technischen bzw. nichttechnischen Wahlpflichtfächer zusammengefasst, die aus Katalogen zu wählen sind. Die Wahlpflichtkataloge werden jedes Semester vom Prüfungsausschuss aktualisiert. Die Anzahl der zu wählenden Fächer ist nicht festgelegt, sondern die Anzahl der zu erreichenden Credits. In jedem Fach ist eine Prüfungsleistung bzw. (bei nichttechnischen Fächern) eine unbenotete Studienleistung zu erbringen. Insofern kann jedes Wahlpflichtfach als ein separates Modul betrachtet werden.

Als „Lehrender bzw. Lehrende“ ist NN angegeben, wenn die Studierenden sich den Betreuer bzw. die Betreuerin aussuchen können.

Verwendete Abkürzungen

allgemein

- Cr. Anrechnungspunkte (Credits)
- SWS Semesterwochenstunden
- SS Sommersemester
- WS Wintersemester

In der Spalte SWS:

- V Vorlesung
- Ü Übung
- P Praktikum
- S Sonstiges (z.B. Seminar)

In der Spalte Arbeitsaufwand:

- E Eigenstudium
- P Präsenz

7 Beschreibung der Module

Alle Module (und Wahlpflichtbereiche) sind im Folgenden in alphabetischer Reihenfolge angeordnet. Eine Übersicht ist im Inhaltsverzeichnis (am Anfang des Modulhandbuches) zu finden.

Modulname
Allgemeine Chemie
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Schlücker
Lehrende
Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Schlücker, Prof. Dr. rer. nat. Eckhard Spohr

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
1	2	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Allgemeine Chemie	1 (WS)	5 (VÜ)	75 (P) + 75 (E) = 150	
2	Allgemeine Chemie Praktikum	2	3 (P)	45 (P) + 45 (E) = 90	
Summe			8	240	8

Beschreibung
Das Modul besteht aus einer Lehrveranstaltung mit Vorlesung, Übung und Praktikum. Es vermittelt Grundlagen der Querschnittsdisziplin Chemie. Dabei stehen modellhafte Beschreibungen der Materie, deren Eigenschaften und die Reaktionen von Stoffen im Vordergrund.
Ziele
Die Studierenden des Studiengangs NanoEngineering haben ein Verständnis der einfachen Konzepte der Chemie und können diese anwenden. Sie können Stoffeigenschaften, Materialeigenschaften und chemische Vorgänge auf molekularer Ebene erklären.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
62,5 % Klausurergebnis (Vorlesung + Übung) 37,5 % Praktikumsgesamtnote
Literatur
[1] C. H. Mortimer, U. Müller: Chemie, Thieme, Stuttgart 2010 ISBN 978-3134843101 [2] M. Binnewies, M. Jäckel, H. Willner: Allgemeine und Anorganische Chemie, 1. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, München 2004 ISBN 3-8274-0208-5 [3] Praktikumsskript mit Versuchsanleitungen

Modulname
Bachelor-Arbeit
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher
Lehrende
Verschiedene Dozenten und Dozentinnen aus den Fakultäten für Ingenieurwissenschaften, Physik und Chemie.

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
3	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
Zur Bachelor-Arbeit wird zugelassen, wer das Bachelor-Modul "Projekt" und die Vorpraxis der berufspraktischen Tätigkeit in vollem Umfang nachweist und eine in der Prüfungsordnung festgelegte Mindest-Anzahl an ECTS-Credits erworben hat.	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Bachelor-Arbeit (einschließlich Kolloquium)	6 (SS)		450	15
Summe				450	15

Beschreibung
Die Bachelor-Abschlussarbeit ist eine Prüfungsarbeit, in der die oder der Studierende zeigen soll, dass er innerhalb einer vorgegebenen Frist von 3 Monaten ein Problem selbstständig unter Anleitung nach wissenschaftlichen Methoden bearbeiten kann. Die Arbeit soll wie ein Projekt in der Praxis unter Beachtung von Methoden des Projektmanagements betreut und durchgeführt werden. Dokumentation und Präsentation (deutsch oder englisch) sollen zeigen, dass die oder der Studierende in der Lage ist, Zusammenhänge und Ergebnisse verständlich und präzise darzustellen.
Ziele
Die Studierenden können ihre Fachkenntnisse auf eine gegebene Aufgabenstellung anwenden. Vom gewählten Thema ist abhängig, welche fachlichen Kenntnisse und Fähigkeiten erweitert werden. Folgende Soft-Skill-Fähigkeiten werden erworben bzw. vertieft: Selbstlernfähigkeit, Teamfähigkeit (Zusammenarbeit mit den Betreuern), Anwendung von Methoden des Projektmanagements, Kommunikationsfähigkeit, technische Dokumentation und Präsentation, im Fall englischer Präsentation auch Übung von Sprachkenntnissen..
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Prüfungsleistung: Durchführung, Dokumentation und Präsentation der Arbeit. Die Bewertung erfolgt durch zwei Prüfer.
Literatur
Spezifisch für die Aufgabenstellung.

Modulname
Computergestützte Ingenieurmathematik
Modulverantwortlicher
Prof. Dr.-Ing. Andreas Czylik
Lehrende
Prof. Dr.-Ing. Andreas Czylik

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Wahlpflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	Keine, empfohlen: Mathematik I und II

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Computergestützte Ingenieurmathematik	1 (SS)	1 (V)	15 (P) + 15 (E) = 30	1
Summe			1	30	1

Beschreibung
Die Veranstaltung Computergestützte Ingenieurmathematik führt in einige Grundlagen der numerischen Mathematik mit Anwendungen in der Elektrotechnik und Informationstechnik ein. Themen sind u.a.: Matrixoperationen, numerische Integration, numerische Lösung von Differentialgleichungen, Faltungsintegral, Zufallsvariablen und Zufallsprozesse, Simulation elektrotechnischer und informationstechnischer Systeme.
Lernziele
Absolventen sind in der Lage, numerische Methoden der Ingenieurwissenschaften anzuwenden und in MATLAB zu implementieren.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Schriftliche Prüfung (90 min)
Literatur
[1] Manuskript zur MATLAB-Programmierung verfügbar

Modulname
Computergestützte Ingenieurmathematik Projektpraktikum

Modulverantwortlicher
Prof. Dr.-Ing. Andreas Czylwik
Lehrende
Prof. Dr.-Ing. Andreas Czylwik

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Wahlpflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	Keine, empfohlen: Mathematik I und II

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Computergestützte Ingenieurmathematik Projektpraktikum	1 (SS)	2 (P)	60 (P) + 30 (E) = 90	3
Summe			2	90	3

Beschreibung

Die Veranstaltung Computergestützte Ingenieurmathematik führt in einige Grundlagen der numerischen Mathematik mit Anwendungen in der Elektrotechnik und Informationstechnik ein. Themen sind u.a.: Matrixoperationen, numerische Integration, numerische Lösung von Differentialgleichungen, Faltungsintegral, Zufallsvariablen und Zufallsprozesse, Simulation elektrotechnischer und informationstechnischer Systeme. Der Seminarteil basiert auf dem mathematischen Werkzeug MATLAB. Zunächst wird in die Syntax von MATLAB eingeführt und anschließend werden Beispiele numerischer Berechnungen aus unterschiedlichen Fachgebieten in MATLAB implementiert. Ein wichtiger Aspekt des Projektseminars Computergestützte Ingenieurmathematik besteht darin, dass auch "Soft Skills" gestärkt werden. Hierzu gehören die Strukturierung und die Koordination einer kleinen Projektaufgabe, die Arbeit in einer Arbeitsgruppe sowie die Präsentation von Arbeitsergebnissen.

Lernziele

Absolventen sind in der Lage, numerische Methoden der Ingenieurwissenschaften anzuwenden und in MATLAB zu implementieren. Weiterhin können die Absolventen in einer Arbeitsgruppe ein Programmierprojekt bearbeiten sowie Arbeitsergebnisse präsentieren. Hinsichtlich der Koordination des Projekts wird eine klare Definition von Schnittstellen erlernt.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

aktive Teilnahme und Präsentation

Literatur

[1] Manuskript zur MATLAB-Programmierung verfügbar

Modulname
Eigenschaften und Anwendungen von Nanomaterialien 1
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. rer. nat. Markus Winterer
Lehrende
Prof. Dr. rer. nat. Markus Winterer

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Eigenschaften und Anwendungen von Nanomaterialien 1	4 (SS)	3 (VÜ)	45 (P) + 75 (E) = 120	4
Summe			3	120	4

Beschreibung
Das Modul besteht aus einer Lehrveranstaltung mit Vorlesung und Übung. In Nanomaterialien besitzen Schichtdicken, Korn- und Porendurchmesser, etc. ähnliche Dimensionen im Nanometerbereich. Diese Nano-Struktur ist Ursache für eine Vielzahl chemischer und physikalischer Größeneffekte, die veränderte Eigenschaften erzeugen und zu neuen Anwendungen führen. In dieser Veranstaltung werden die physikalischen Eigenschaften, insbesondere die thermischen und mechanischen von Nanomaterialien behandelt. Dabei wird ausgegangen von den Eigenschaften idealer - unendlich ausgedehnter - Kristalle und darauf aufbauend die Änderungen - Größen- und Grenzflächeneffekte - behandelt, die bei Einschränkungen der Festkörperdimensionen auftreten. Schwerpunkt bilden dabei die thermischen und mechanischen Eigenschaften, die auf Basis von Phononen und Defekten (atomare Ebene) sowie Festkörpermechanik (makroskopisch) behandelt werden. Nach einer Einführung zum Thema Nanomaterialien werden insbesondere behandelt: 1 Bindung in Festkörpern 2 Ordnung und Unordnung in Festkörpern 3 Phononen, thermische Eigenschaften 4 Mechanische Eigenschaften In den Übungen werden einfache Beispiele bis zur molekulardynamischen Behandlung der Wärmekapazität programmiert.
Ziele
Der Studierende kann Größen- und Grenzflächeneffekte auf Basis physikalischer und chemischer Theorien erklären und auf Basis dieses grundlegenden Verständnisses spezifische Eigenschaften und Anwendungen von Nanomaterialien erklären.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Mündliche Prüfung oder Klausurarbeit mit einer Dauer von 90 Minuten.
Literatur
Für die Grundlagen: [1] Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik, Oldenburg 2005 [2] G. Gottstein, Physikalische Grundlagen der Materialkunde, Springer 1998 [3] H. Ibach und H. Lüth, Festkörperphysik. Einführung in die Grundlagen, Springer 2002

[4] J.I. Gersten and F. W. Smith, The Physics and Chemistry of Materials, Wiley 2001

und

[5] Originalliteratur zu den Nanoeffekten

Modulname
Eigenschaften und Anwendungen von Nanomaterialien 2
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. Axel Lorke
Lehrende
Prof. Dr. Axel Lorke

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
3	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Eigenschaften und Anwendungen von Nanomaterialien 2	5 (WS)	3 (VÜ)	45 (P) + 75 (E) = 120	4
Summe			3	120	4

Beschreibung
Durch Strukturierung auf der Nanometerskala lassen sich die elektrischen, magnetischen und optischen Eigenschaften von Metallen, Isolatoren und Halbleitern fundamental beeinflussen, - bis hin zum Maßschneidern von Eigenschaften neuartiger Bauelemente. In dieser Veranstaltung werden die verschiedenen Phänomene behandelt, die zu diesen Größeneffekten führen. Aufbauend auf den Volumeneigenschaften von Metallen, Halbleitern, Dielektrika und magnetischen Materialien werden folgenden Themen behandelt: Schichtstrukturen: Dielektrische Spiegel, Halbleiter-Heterostrukturen, magnetische Schichten und Sensoren(GMR, TMR) Eindimensionale Systeme: Quantendrähte, Kohlenstoff-Nanoröhren, ballistischer Transport, quantisierte Leitfähigkeit Nanopartikel und Quantenpunkte: Coulomb-Blockade, Einzelelektronen-Transistor, Quantenpunkt-Laser Darüber hinaus werden durch seminarartige Übungen die soft-skills Teamfähigkeit und Präsentation geübt.
Ziele
Die Studierenden haben ein Verständnis der verschiedenen optischen, magnetischen und elektrischen Größeneffekte als Grundlage für neuartige nanoskalige Materialien und Bauelemente.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Mündliche Prüfung oder Klausurarbeit mit einer Dauer von 90 Minuten.
Literatur
[1] J.H. Davies, The Physics of low-dimensional Semiconductors,, Cambridge University Press, 1998 [2] R.C. O'Handley, Modern Magnetic Materials, John Wiley & Sons Inc (2000) (UB Signatur UIQ7006_d) [3] K.J. Klabunde, Nanoscale Materials in Chemistry, John Wiley & Sons Inc (2001) (UB Signatur UOU1884_d) [4] S. Blügel (Hrsg.), Magnetism goes Nano, Jülich , 2005 ISBN: 3-89336-381-5 (UB Signatur UIQ7608+1_d)

[5] Z. Tang (Hrsg.), Nano Science and Technology, Taylor & Francis (2003),
(UB Signatur UIQ7519_d)

Modulname
Einführung in die Messtechnik
Modulverantwortlicher
Prof. Dr.-Ing. Frank Einar Kruis
Lehrende
Prof. Dr. rer. nat. Roland Schmechel

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
3	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	Mathematik 1 und 2 (für Ingenieure), Grundlagen der Elektrotechnik 1 und 2, Grundlagen der technischen Informatik, Grundlagen der Physik.

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Einführung in die Messtechnik	5	3	45 (P) + 45 (E) = 90	
2	Einführung in die Messtechnik Praktikum	5	2	30 (P) + 30 (E) = 60	
Summe			5	150	5

Beschreibung
Das Modul besteht aus der Lehrveranstaltung "Einführung in die Messtechnik" und dem "Einführung in die Messtechnik Praktikum". In diesem Modul werden die Grundlagen der Messtechnik, sowohl der elektrischen als auch der nichtelektrischen Messtechnik vermittelt. In der Einführung werden die Grundlagen des Messwesens, Normale und Standards sowie die Rückführbarkeit gelehrt. In dem Bereich zur elektrischen Messtechnik werden die klassischen Messverfahren kurz erläutert und dann wird vertieft auf die aktuellen Verfahren der analogen und digitalen Messtechnik eingegangen. Die Fehlerbetrachtung beinhaltet die mathematischen Grundlagen zur Fehlerrechnung und weiterführend die Methodik zum Konzept der Messunsicherheit. In dem Bereich der nicht elektrischen Messtechnik werden vornehmlich Sensoren zur Erfassung nicht elektrischer Größen vorgestellt
Ziele
Die Studierenden verstehen das Prinzip der Rückführbarkeit und können es auf eigene Kalibrierungen anwenden. Sie können analoge und digitale Messeinrichtungen beschreiben und für spezifische Messaufgaben auswählen und dimensionieren. Messergebnisse können sie bezüglich der Fehler analysieren und die Messunsicherheit quantitativ bestimmen.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Schriftliche Prüfung (120 min) sowie erfolgreiche Teilnahme am Praktikum.
Literatur
[1] R. Lerch, Elektrische Messtechnik. Springer Verlag, 1996. [2] E. Schröfer, Elektrische Messtechnik. Hanser-Verlag, 8. Auflage 2003. [3] J. Hoffmann, Handbuch der Messtechnik. Hanser-Verlag, 2007.

- [4] F. Kohlrausch, Praktische Physik, Bd. 3.
- [5] P. Profos, Messfehler. Teubner Studienbücher. ISBN 3-519-06307-7.
- [6] R. Jamal, A. Hagededt: LabVIEW – Das Grundlagenbuch. Addison-Wesley, 2004.
- [7] Internet: www.ni.com → NI Home > NI Developer Zone > Development Library > Measurement and Automation Software > LabVIEW > Development System
- [8] DIN 1319-3

Modulname
Einführung in die Nanotechnologie
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher
Lehrende
Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
1	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Einführung in die Nanotechnologie	1 (WS)	3 (VÜ)	45 (P) + 45 (E) = 90	3
Summe			3	90	3

Beschreibung
Das Modul besteht aus einer Lehrveranstaltung mit Vorlesung und Übung. Die Vorlesung soll die Studierenden in die Nanotechnologie einführen. Dazu wird zunächst eine Begriffsbildung vorgenommen, anschließend werden die Thematik im ingenieurwissenschaftlichen Kontext abgegrenzt und phänomenologisch Größeneffekte diskutiert. Die eigentliche Vorlesung gliedert sich in 3 Teilbereiche: - Einführung in die Elektronen-Mikroskopie und Rasterkraft-Mikroskopie als zentrale Werkzeuge zur Analyse von Nanostrukturen - Darstellung fundamentaler Prinzipien zur Herstellung von Nanostrukturen nach dem ‚bottom-up‘ Prinzip, aufgegliedert in physikalische und chemische Verfahren - Erläuterung der wesentlichen Grundzüge der ‚top-down‘ Technik, einschließlich der Darstellung von Randbedingungen (z.B. Reinraum) und Grenzen. Dies beinhaltet die Diskussion elementarer Prinzipien von Dünnschichttechniken bzw. Epitaxie sowie von optischer Lithografie bzw. Elektronenstrahl-Lithografie Neben der Erläuterung der Grundlagen der Herstellung und Analyse von Nanostrukturen wird an ausgewählten Beispielen das Anwendungspotenzial der Nanotechnologie aufgezeigt.
Ziele
Die Studierenden sind in der Lage, das Gebiet der Nanotechnologie thematisch einzugrenzen und haben einige der wichtigsten Prinzipien von Herstellung und Analyse von Nanostrukturen verstanden. Sie können an ausgewählten Beispielen das Anwendungspotenzial der Nanotechnologie aufzeigen und darlegen, wie sich Größeneffekte auf die Eigenschaften von Nanostrukturen generell auswirken.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Schriftliche Klausur (120 min).
Literatur
[1] G. Bacher, Einführung in die Nanotechnologie, Skriptum, 2010 [2] R. Booker & E. Boysen, Nanotechnologie für Dummies, Wiley VCH Weinheim, 2006 [3] G.L. Hornyak, H.F. Tibbals, J. Dutta, J.J. Moore, Introduction to Nanoscience and Nanotechnology, CRC Press, 2008 [4] H.-G. Rubahn, Nanophysik und Nanotechnologie, B.G. Teubner Stuttgart, 2004

[5] G. Cao, Nanostructures and Nanomaterials, Imperial College Press London, 2004

Modulname
Einführung in die Polymerwissenschaften
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. rer. nat. Christian Mayer
Lehrende
Prof. Dr. rer. nat. Christian Mayer

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
1	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Einführung in die Polymerwissenschaften	2 (SS)	3 (VÜ)	45 (P) + 45 (E) = 90	3
Summe			3	90	3

Beschreibung
Das Modul besteht aus einer Lehrveranstaltung mit Vorlesung und Übung. Inhalte sind die Struktur von Makromolekülen, die Herstellung von Polymeren (Polymerisationsreaktionen), Makromoleküle in Lösung, Makromoleküle in einer Polymerschmelze, Makromoleküle in festem Polymer, Polymere in der Nanotechnologie, wie z.B. Anwendung in der Lithografie: Resist-Materialien, Nanoimprinting an Polymeren, Polymere Nanopartikel, Technische Anwendungen biologischer Polymere.
Ziele
Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis des Zusammenhangs zwischen der molekularen Struktur und den makroskopischen Eigenschaften eines Polymers. Sie verstehen insbesondere die Ausbildung und Bedeutung von Nanostrukturen.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Klausur (120 min).
Literatur
[1] M.D. Lechner, K. Gehrke, E.H. Nordmeier, Makromolekulare Chemie: Ein Lehrbuch für Chemiker, Physiker, Materialwissenschaftler und Verfahrenstechniker, 3. Auflage, Birkhäuser Verlag Basel 2003.

Modulname
Einführung in die Werkstoffe
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher
Lehrende
Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
1	2	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
Für die Teilnahme am Praktikum: Teilnahme an der Klausur „Einführung in die Werkstoffe“.	keine.

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Einführung in die Werkstoffe	1 (WS)	3 (VÜ)	45 (P) + 75 (E) = 120	
2	Einführung in die Werkstoffe Praktikum	2 (SS)	1 (P)	15 (P) + 15 (E) = 30	
Summe			4	150	5

Beschreibung
Das Modul besteht aus einer Lehrveranstaltung mit Vorlesung und Übung sowie einem Praktikum. In der Vorlesung werden der atomare Aufbau der Werkstoffe, das Bändermodell des Festkörpers, die elektrische Leitfähigkeit, die Metalle, Halbleiter, Polymere, dielektrischen und magnetischen Werkstoffe besprochen. Mit der mikroskopischen Struktur werden die makroskopischen Eigenschaften erklärt. Im Praktikum wird dieser Stoff durch Versuche untermauert.
Ziele
Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten in der Elektrotechnik vorkommenden Werkstoffe in die Hauptgruppen Metalle, Halbleiter, Polymere, Dielektrika und Magnetika einzuteilen. Sie sind fähig, die Einsatzgebiete der einzelnen Hauptgruppen zu benennen und verstehen die jeweiligen physikalischen Hintergründe. Des Weiteren sind sie in der Lage, Zusammenhänge zwischen makroskopischem Verhalten der Werkstoffe und deren mikroskopischen Ursachen herzustellen. Auch besitzen sie die Fähigkeit, anhand von physikalischen Effekten werkstoffspezifische Phänomene zu untersuchen, hierfür moderne Messgeräte gezielt einzusetzen und die Messergebnisse korrekt zu interpretieren.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Klausur (120 min) sowie erfolgreiche Praktikumsteilnahme.
Literatur
[1] H. Schaumburg, Einführung in die Werkstoffe der Elektrotechnik, Teubner Verlag 1993 [2] E. Ivers-Tiffée, W. v. Münch, Werkstoffe der Elektrotechnik, Teubner Verlag 2004 [3] H. Fischer, H. Hofmann, J. Spindler, Werkstoffe der Elektrotechnik, Hanser Fachbuchverlag 2002 [4] G. Fasching, Werkstoffe für die Elektrotechnik, Springer Verlag 1994

- [5] C. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik, Oldenbourg Verlag 2002
- [6] D. Meschede, Gerthsen Physik, Springer Verlag 2004
- [7] H. Haken, H.C. Wolf, Atom- und Quantenphysik, Springer Verlag 2003
- [8] R. Waser, Nanoelectronics and Information Technology, Wiley-VCH 2003

Modulname
Elektronische Bauelemente
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. rer. nat. Franz-Josef Tegude
Lehrende
Prof. Dr. rer. nat. Franz-Josef Tegude

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
3	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	Festkörperelektronik.

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Elektronische Bauelemente	5 (WS)	3 (VÜ)	45 (P) + 45 (E) = 90	3
Summe			3	90	3

Beschreibung
Das Modul besteht aus nur einer Lehrveranstaltung "Elektronische Bauelemente". Aufbauend auf den Grundlagen der Festkörperelektronik werden zunächst MOS-Kondensatoren und Ladungsgekoppelte Bauelemente (CCD) behandelt. Im Anschluss daran werden die Grundlagen von - Feldefektttransistoren (MOSFET, Sperrschicht-FET (MESFET, JFET) und Heterostruktur-FET (HFET)) sowie - bipolaren Bauelementen (pn-Dioden, npn- bzw. pnp-Transistoren, und spezielle Bauteile wie Tunnel- und Zenerdioden) erarbeitet und die DC-Eigenschaften dieser Bauelemente hergeleitet.
Ziele
Die Studierenden sind fähig, die grundlegenden Konzepte elektronischer Bauelemente zu verstehen und die Abhängigkeiten von technologischen Größen abschätzen zu können.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Schriftliche Klausur (120 min).
Literatur
[1] F.J. Tegude, Festkörperelektronik, Skript zur Vorlesung, Universität Duisburg - Essen, 2004 [2] K.-H. Rumpf, K. Pulvers, Elektronische Halbleiterbauelemente – Vom Transistor zur VLSI-Schaltung, Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg, ISBN 3-7785-1345-1, 1987 [3] K. Bystron, J. Borgmeyer, Grundlagen der Technischen Elektronik, Carl Hanser Verlag, München Wien, Studienbücher, ISBN 3-446-15869-3, 1990 [4] R.S. Muller, T.I. Kamins, Device Electronics for Integrated Circuits, John Wiley & Sons, 1986, ISBN 0-471-88758-7 [5] H. Tholl, Bauelemente der Halbleiterelektronik, B.G.Teubner, Stuttgart, 1978, II, Teil 2, ISBN 3-519-06419-7 [6] M. Shur, GaAs Devices and Circuits, Plenum Press, Microdevices: Physics and Fabrication Technologies, New York 1987, ISBN 0-306-42192-5

Modulname
Festkörperelektronik
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. rer. nat. Franz-Josef Tegude
Lehrende
Prof. Dr. rer. nat. Franz-Josef Tegude

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	Grundkenntnisse aus "Einführung in die Werkstoffe".

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Festkörperelektronik	4 (SS)	4 (VÜ)	60 (P) + 90 (E) = 150	5
Summe			4	150	5

Beschreibung
Das Modul besteht aus nur einer Lehrveranstaltung "Festkörperelektronik" mit Vorlesung, Übung und einem freiwilligen Tutorium. Ausgehend von der Quantenphysik, u.a. basierend auf der Heisenbergschen Unschärferelation, der Schrödinger-Gleichung und dem Atommodell, gibt dieser Kurs eine Einführung in die elektronischen Eigenschaften der Festkörper. Unter Verwendung der Schrödinger-Gleichung wird das einfache Kronig-Penney-Bändermodell entwickelt. Daran werden die Unterschiede zwischen Isolatoren, Metallen und Halbleitern verdeutlicht. Die Theorie zur Ladungsträgerverteilung und -besetzungsstatistik von Elektronen und Löchern in Halbleitern wird entwickelt und zusammen mit den Transporteigenschaften speziell in Halbleitern wird die elektrische Leitfähigkeit in diesen Materialien hergeleitet. Feld- und Diffusionsstrom-Transportmechanismen sowie Poisson- und Kontinuitätsgleichung werden behandelt und darauf basierend werden die Grundlagen für den pn-Übergang und das MOS-System entwickelt. Die Absorption und Emission elektromagnetischer Strahlung in und von Halbleitern und das Laserfunktionsprinzip wird behandelt.
Ziele
Die Studierenden sind in der Lage, die grundsätzlichen festkörperphysikalischen Zusammenhänge, die zur Behandlung der diversen elektronischen Bauelemente zu einem späteren Zeitpunkt notwendig sind, zu verstehen.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Schriftliche Klausur, 120 Minuten. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.
Literatur
[1] S.S ze, Physics of Semiconductor Devices, John Wiley and Sons, New York, 2007 [2] C. Kittel, Introduction to Solid-State Electronics, John Wiley and Sons, New York, 1995 [3] H. Schaumburg, Halbleiter, Teubner-Verlag, Stuttgart, 1991 [4] R. Kassing, Physikalische Grundlagen der elektronischen Halbleiterbauelemente, Aula Verlag, Wiesbaden

[5] A. Schlachetzki, Halbleiter-Elektronik, Teubner Verlag, Stuttgart, 1990

Modulname
Grundlagen der Elektrotechnik E1
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. sc. techn. Daniel Erni
Lehrender
Prof. Dr. sc. techn. Daniel Erni

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	Differential- und Integralrechnung.

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Grundlagen der Elektrotechnik E1	3	5 (WS)	75 (P) + 135 (E) = 210	7
Summe			5	210	7

Beschreibung
Das Modul besteht aus einer Lehrveranstaltung "Grundlagen der Elektrotechnik E1" mit Vorlesung und Übung. Es werden die Grundlagen zur Behandlung von elektrischen und magnetischen Feldern erörtert. Themen sind: - Elektrostatik, - Der elektrische Strom, - Magnetostatik, - Das Induktionsgesetz, - Feldenergie und Kräfte.
Ziele
Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, Grundbegriffe und Größen des elektrischen und magnetischen Feldes anzugeben, das Verhalten der Feldgrößen an Grenzflächen zu beurteilen, die Definition des Potentials, der Spannung und des Stromes anzugeben und zu erläutern, das Induktionsgesetz durch die Bewegung eines elektrischen Leiters als auch durch Änderung des magnetischen Flusses zu erläutern.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Schriftliche Klausur mit einer Dauer von 120 min.
Literatur
<p>[1] I. Wolff, Grundlagen der Elektrotechnik 1, Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, Aachen, ISBN: 3-922697-28-3, Seitenzahl: 408, 2003.</p> <p>[2] H. Frohne, K.-H. Löcherer, H. Müller, Moeller Grundlagen der Elektrotechnik Teubner, 2005, 551 Seiten.</p> <p>[3] M. Albach, Elektrotechnik, Pearson Studium, 2011, 629 Seiten.</p>

Modulname
Grundlagen der Elektrotechnik E2
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. sc. techn. Daniel Erni
Lehrender
Prof. Dr. sc. techn. Daniel Erni

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	Lehrveranstaltung "Grundlagen der Elektrotechnik E1", Rechnen mit komplexen Zahlen, Grundlagen der Matrizenrechnung.

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Grundlagen der Elektrotechnik E2	4	5	75 (P) + 135 (E) = 210	7
Summe			5	210	7

Beschreibung
Das Modul besteht aus der Lehrveranstaltung "Grundlagen der Elektrotechnik E2" mit Vorlesung und Übung. Im ersten Teil werden Bauelemente, einfache Gleichstromschaltungen (Widerstandnetzwerke mit Quellen) betrachtet und so die Grundlagen weiterführender Netzwerkanalysemethoden erarbeitet (z.B. Kirchhoffsche Knoten- und Maschenregel). Anschließend werden die Grundbauelemente Kondensator, Spule und Transformator vorgestellt und mit ihnen die komplexe Wechselstromrechnung zur Berechnung sinusförmiger Spannungs- und Stromgrößen eingeführt. Anhand einfacher Wechselstromschaltungen werden dann physikalische Phänomene wie z.B. Resonanz, Energie- und Leistungsbegriffe verdeutlicht. Die Veranstaltung umfasst die folgenden Themen: - Elektrische Bauelemente, - Einfache elektrische Netzwerke, - Elektrische Wechselgrößen, - Komplexe Wechselstromrechnung, - Netzwerkanalyse, - Netzwerksätze.
Ziele
Die Studierenden sind in der Lage, grundsätzliche Ansätze zur Berechnung von Netzwerken zu benennen und anzuwenden sowie einfache Schaltungen und deren Eigenschaften zu bezeichnen, die komplexe Wechselstromrechnung für Größen mit sinusförmiger Zeitabhängigkeit anzuwenden und Energie- und Leistungsbetrachtungen in Wechselstromschaltungen durchzuführen.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Schriftliche Prüfung mit einer Dauer von 120 min.
Literatur
[1] I. Wolff, Grundlagen der Elektrotechnik 2, Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, Aachen, ISBN: 3-922697-33-X, Seitenzahl 374, 2005. [2] H. Frohne, K.-H. Löcherer, H. Müller, Moeller Grundlagen der Elektrotechnik Teubner, 2005, 551 Seiten. [3] M. Albach, Elektrotechnik, Pearson Studium, 2011, 629 Seiten.

Modulname
Grundlagen der Elektrotechnik E3

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Hans-Ingolf Willms

Lehrende

Prof. Dr.-Ing. Hans-Ingolf Willms

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Wahlpflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
	Mathematische Grundlagen der ersten drei Semester, "Grundlagen der Elektrotechnik E2", "Theorie linearer Systeme".

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Grundlagen der Elektrotechnik E3	3 (WS)	3(VÜ)	45(P)+45(E) = 90	
Summe			3	90	3

Beschreibung

In den Vorlesungen und Übungen dieser Veranstaltungen werden behandelt: 1) Anwendung von Fourier-Reihe und Fourier-Transformation auf elektrische Netzwerke 2) Berechnungsverfahren für elektrische Schaltvorgänge mit Hilfe der Laplace-Transformation 3) Grafische Lösungsverfahren für die komplexe Wechselstromrechnung (Ortskurven) 4) Verschiedene Netzwerksätze 5) Ausbreitungsvorgänge auf Fernleitungen

Ziele

Die Studenten sind fähig, die wichtigsten Zusammenhänge und Prinzipien (Anwendung der Transformationen auf die Behandlung von Netzwerkproblemen) zu erklären, anzuwenden und die zugehörigen Konzepte kritisch zu hinterfragen.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

schriftliche Klausur (120 min)

Literatur

- [1] A. Führer, K. Heidemann, W. Nerretter, Grundgebiete der Elektrotechnik 2 – Zeitabhängige Vorgänge. Hanser, München, 2007
- [2] A. Ambardar, Analog and digital Signal Processing. International Thomson Publishing, 1995
- [3] A.M. Howatson, Electrical circuits and systems. Oxford University Press, New York, 1996
- [4] I. Wolff: Grundlagen der Elektrotechnik 2. Verlagsbuchhandlung Dr. Wolff, Aachen, 2005

Modulname
Grundlagen elektronischer Schaltungen
Modulverantwortlicher
Prof. Dr.-Ing. Rainer Kokozinski
Lehrende
Prof. Dr.-Ing. Rainer Kokozinski

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
	Elektronische Bauelemente.

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	Credits
1	Grundlagen elektronischer Schaltungen	4 (SS)	3(VÜ)	45(P)+45(E) = 90	3
Summe			3	90	3

Beschreibung
Das Modul besteht aus nur einer Lehrveranstaltung "Grundlagen elektronischer Schaltungen". Die Hauptthemen sind: 1. Grundlagen der Schaltungstechnik, 2. Verstärker und Schaltungen aus Verstärkern mit Rückkopplung, 3. Grundlagen der digitalen Schaltungstechnik.
Ziele
Die Studenten kennen die Grundlagen verschiedener elektronischer Schaltungen und können sie praktisch anwenden.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Schriftliche Klausur (60 min).
Literatur
[1] U. Tietze und Ch. Schenk, Halbleiter-Schaltungstechnik, Berlin, Springer-Verlag, 2002 [2] B. Morgenstern, Elektronik I: Bauelemente. Elektronik II: Schaltungen. Elektronik III: Digitale Schaltungen und Systeme. Vieweg-Verlag, Braunschweig, 1997 [3] J. Bermeyer, Grundlagen der Digitaltechnik. Carl-Hanser-Verlag, 2001 [4] P.E. Allen und D.R. Holberg, CMOS Analog circuit design. Oxford University Press, 2002

Modulname
Grundlagen der Physik (Nano)
Modulverantwortlicher
Priv. Doz. Dr. rer. nat. Klaus Sokolowski-Tinten
Lehrende
Priv. Doz. Dr. rer. nat. Klaus Sokolowski-Tinten (Physik 1, 2) Dr. rer. nat. Ralf Meckenstock (Physik Praktikum (Nano))

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
1	2	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	Bei Schwächen in den physikalischen Vorkenntnisse aus der Schule wird vor Beginn des Studiums der Besuch des Vorkurses Physik (für Ingenieure) empfohlen

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Physik 1	1 (WS)	4 (VÜ)	60 (P) + 60 (E) = 120	
2	Physik 2	2 (SS)	3 (VÜ)	45 (P) + 45 (E) = 90	
3	Physik Praktikum (Nano)	2 (SS)	2 (P)	30 (P) + 30 (E) = 60	
Summe			9	270	9

Beschreibung
Das Modul besteht aus den Lehrveranstaltungen „Physik 1“, „Physik 2“ und dem „Physik Praktikum (Nano)“. Inhalte sind Grundlagen zu folgenden Themen: - Größen und Einheiten, - Mechanik des Massenpunktes, - Mechanik des starren Körpers, - Thermodynamik, - Schwingungen, - Wellen, - Optik.
Ziele
Die Studierenden kennen die wichtigsten Grundbegriffe der klassischen Mechanik (Punktmechanik und Mechanik des starren Körpers), der Thermodynamik, der Schwingungslehre, der geometrischen Strahlenoptik und der Wellenoptik und können diese anwendungsbezogen einsetzen. Die Studierenden können eigenständig physikalische Experimente durchführen, auswerten und die Ergebnisse kritisch beurteilen.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Schriftliche Modulprüfung mit einer Dauer von 180 min.
Literatur
[1] Halliday, Resnick, Walker: Physik - Bachelor Edition, Wiley-VCH, 2013; [2] Christman, Derrin, Halliday, Resnick, Walker: Physik - Lösungen zur Bachelor-Edition; [3] Tipler, Mosca: Physik - für Wissenschaftler und Ingenieure, Springer - Spektrum, (verschiedene Auflagen; 7. Auflage im freien online-Zugang); [5] W. Walcher, Praktikum der Physik, B. G. Teubner, Wiesbaden (9. Auflage, 2006).

Modulname
Grundlagen der technischen Informatik

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Axel Hunger

Lehrender

Prof. Dr.-Ing. Axel Hunger

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
1	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
--------------------------------	-----------------------------------

keine	keine
-------	-------

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Grundlagen der technischen Informatik	1 (WS)	3 (VÜ)	45 (P) + 45 (E) = 90	3
Summe			3	90	3

Beschreibung

Es werden die Grundlagen behandelt, die für Entwurf und Analyse der Hardware nötig sind: Boolesche Algebra, grundlegende Methoden der Minimierung, arithmetische und logische Operationen mit Binärcodes, Entwurf digitaler Schaltkreise (kombinatorische und sequentielle) sowie Grundlagen der Automatentheorie und der Mikroprogrammierung.

Ziele

Die Studierenden kennen grundlegende Methoden zum Entwurf und zur Analyse von Hardware zur Realisierung logischer und arithmetischer Operationen und können diese anwenden.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Schriftliche Klausur (90 min).

Literatur

- [1] H.M. Lipp, Grundlagen der Digitaltechnik, Oldenbourg, 1995
- [2] A.E.A. Almaini, Kombinatorische und sequentielle Schaltsysteme. Prentice Hall, 1986.
[43-YGQ 3030]
- [3] J.L. Gersting, Mathematical Structures for Computer Science, Freeman & Company 1982
- [4] W. Schneeweiss, Schaltlogik. LiLoLe-Verlag, Hagen 2001

Modulname
Grundlagen ingenieurwissenschaftlichen Arbeitens
Modulverantwortlicher
Dr.-Ing. Reinhard Viga
Lehrender
Dr.-Ing. Reinhard Viga

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Wahlpflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Grundlagen ingenieurwissenschaftlichen Arbeitens	4 (SS)	2 (VP)	30 (P) + 60 (E) = 90	3
Summe			3	90	3

Beschreibung
Dem Studierenden werden die Grundzüge ingenieurmäßigen Denkens nahe gebracht und ihre Umsetzung bei der Entwicklung insbesondere klein-, mikro- und nanoskaliger elektrotechnischer Produkte aufgezeigt. An Beispielen werden unterschiedliche Darstellungen von physikalischem Geschehen, mathematischer Beschreibung und produkttechnischer Umsetzung in den verschiedenen Abstraktions-Phasen als technisches Prinzip, Konzept und Entwurf verdeutlicht. Neben Techniken der Herangehensweise an Probleme und deren Strukturierung lernt der Studierende die Aspekte der gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen funktionalen und wirtschaftlichen Belangen kennen und im Gesamtzusammenhang von Entwicklungsprozess, Markt-/Kundenorientierung, Kostengeschehen und Qualität einzuordnen.
Lernziele
Die Studenten können charakteristische Vorgehensweisen, Abläufe, technisches und wirtschaftliches Geschehen bei der Entwicklung und Konstruktion technischer Produkte im Unternehmen durchschauen und für ihr jeweiliges eigenes Arbeitsfeld umsetzen bzw. nutzbar machen. Typische Denk- und Vorgehensweisen sowie zugehörige Werkzeuge im Tätigkeitsumfeld des "Engineerings" werden von ihnen sachgerecht ausgewählt und sicher angewendet.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Die Prüfung zur Veranstaltung wird als schriftliche Fachprüfung im Umfang von 90 Minuten Bearbeitungsdauer angeboten. Abweichend hiervon kann bei rechtzeitiger Bekanntgabe zu Semesterbeginn alternativ verbindlich eine mündliche Fachprüfung mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgelegt werden.
Literatur
[1] K. Ehrlenspiel, Integrierte Produktentwicklung - Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenspiel. Hanser-Verlag, 2006 [2] E. Gerhard, Kostenbewusstes Entwickeln und Konstruieren. Expert-Verlag, 1994

- [3] E. Gerhard, Entwickeln und Konstruieren mit System - Ein Handbuch für Praxis und Lehre. Expert-Verlag, 1998
- [4] K. Pohl, Requirements Engineering - Grundlagen Prinzipien Techniken. dpunkt, Heidelberg 2007

Modulname
Industriepraktikum
Modulverantwortlicher
Prof. Dr.-Ing. Ingolf Willms
Lehrende
Verschiedene Dozenten und Dozentinnen aus den Fakultäten für Ingenieurwissenschaften und Physik

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2+3	2	Pflichtmodul	

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Industriepraktikum 1	5 (WS)	0	0	3
2	Industriepraktikum 2	6 (SS)	0	0	6
Summe			0	0	9

Beschreibung
Die Praktikantin oder der Praktikant hat im Praktikum die Möglichkeit, einzelne Bereiche eines Industrieunternehmens kennen zu lernen und dabei das im Studium erworbene Wissen umzusetzen. Ein weiterer wesentlicher Aspekt liegt im Erfassen der soziologischen Seite des unternehmerischen Geschehens. Die Praktikantin oder der Praktikant muss den Betrieb auch als Sozialstruktur verstehen und das Verhältnis Führungskräfte - Mitarbeiter kennen lernen, um so ihre oder seine künftige Stellung und Wirkungsmöglichkeit richtig einzuordnen.
Lernziele
Die Studierende bzw. der Student hat die im Studienverlauf erworbenen theoretischen Kenntnisse im Praktikum ergänzt und in ihrem Praxisbezug vertieft. Die Studierenden haben die Sozialstruktur eines Industriebetriebs kennengelernt und finden sich dort zurecht.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Laut Praktikumsordnung Anfertigung eines Berichts und öffentlicher Vortrag.

Modulname
Mathematik 1 (für Ingenieure)
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. rer. nat. Arnd Rösch
Lehrender
Prof. Dr. rer. nat. Arnd Rösch

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
1	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
Kkeine.	Bei Schwächen in den mathematischen Vorkenntnissen aus der Schule wird vor Beginn des Studiums der Besuch des Vorkurses Mathematik (für Ingenieure) empfohlen.

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Mathematik 1 (für Ingenieure)	1 (WS)	6 (VÜ)	90 (P) + 150 (E) = 240	8
Summe			6	240	8

Beschreibung
Das Modul enthält nur eine Lehrveranstaltung, nämlich "Mathematik 1 (für Ingenieure)". Es werde Differential- und Integralrechnung in einer Variablen zusammen mit den dazu nötigen Grundlagen behandelt. Hauptpunkte sind: 1. Grundlegendes über Mengen, vollständige Induktion 2. Reelle und komplexe Zahlen 3. Eigenschaften von Funktionen 4. Folgen und Reihen 5. Potenzreihen und elementare Funktionen 6. Differential- und Integralrechnung (eine Variable) 7. Uneigentliche Integrale
Ziele
Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Methoden der Differential- und Integralrechnung einer reellen Variablen anzuwenden, sie können insbesondere Grenzwerte bestimmen, Ableitungen und Stammfunktionen berechnen und Untersuchungen zum Verhalten von Funktionen durchführen. Die Studierenden sind fähig, Berechnungen mit komplexen Zahlen auszuführen und die Rechenoperationen geometrisch zu interpretieren.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Schriftliche Klausur mit einer Dauer von 120 min.
Literatur
[1] W. Brauch, H.-J. Dreyer, W. Haacke, Mathematik für Ingenieure, Teubner, 10. Auflage (2003) [2] K. Burg, H. Haf, F. Wille, Höhere Mathematik für Ingenieure, Teubner, Band I, 5. Auflage (2001) und Band II, 4. Auflage (2002) [3] H. Dallmann, Einführung in die höhere Mathematik, Vieweg, Band I, 3. Auflage (1991) und Band II, 2. Auflage (1991) [4] A. Hoffmann, B. Marx, W. Vogt, Mathematik für Ingenieure 1, Pearson Studium, 1. Auflage (2005) [5] E. Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, Wiley, 9. Auflage (2006)

- [6] L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg, Band I und II, 10. Auflage (2001), Band III, 4. Auflage (2001)
- [7] L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Klausur- und Übungsaufgaben, Vieweg, 1. Auflage (2004)

Modulname
Mathematik 2 (für Ingenieure)
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. rer. nat. Arnd Rösch
Lehrender
Prof. Dr. rer. nat. Arnd Rösch

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
1	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	Mathematik 1 (für Ingenieure)

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Mathematik 2 (für Ingenieure)	2 (SS)	5 (VÜ)	75 (P) + 135 € = 210	7
Summe			5	210	7

Beschreibung
Das Modul besteht aus nur einer Lehrveranstaltung, nämlich "Mathematik 2 (für Ingenieure)". Nach einer Zusammenstellung wichtiger Hilfsmittel zur Bearbeitung mehrdimensionaler Probleme werden Ableitungen bei mehreren Variablen und ihre Anwendungen behandelt. Danach folgen Techniken zur Berechnung von (Raum-)Kurvenlängen und Arbeitsintegralen. Zum Abschluss wird in die Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung eingeführt. Die Kapitel sind: 1. Vektorrechnung 2. Lineare Gleichungssysteme 3. Matrizen und Eigenwerte 4. Differentialrechnung in mehreren Variablen 5. Kurvenintegrale 6. Parameterintegrale und Integrale über Normalbereiche 7. Grundzüge der Wahrscheinlichkeitsrechnung
Ziele
Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Methoden der linearen Algebra anzuwenden, sie können insbesondere lineare Gleichungssysteme lösen und Eigenwerte berechnen. Darüber hinaus sind sie fähig, Grenzwerte und Ableitungen von Funktionen mit mehreren reellen Variablen zu berechnen und Extrema solcher Funktionen zu bestimmen. Die Studierenden können Kurvenintegrale berechnen. Sie sind in der Lage, die wichtigsten Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie zu gebrauchen.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Schriftliche Prüfung mit einer Dauer von 120 min.
Literatur
<p>[1] W. Brauch, H.-J. Dreyer, W. Haacke, Mathematik für Ingenieure, Teubner, 10. Auflage (2003)</p> <p>[2] K. Burg, H. Haf, F. Wille, Höhere Mathematik für Ingenieure, Teubner, Band I, 5. Auflage (2001) und Band II, 4. Auflage (2002)</p> <p>[3] H. Dallmann, Einführung in die höhere Mathematik, Vieweg, Band I, 3. Auflage (1991) und Band II, 2. Auflage (1991)</p> <p>[4] A. Hoffmann, B. Marx, W. Vogt, Mathematik für Ingenieure 1, Pearson Studium, 1. Auflage (2005)</p> <p>[5] E. Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, Wiley, 9. Auflage (2006)</p>

- [6] L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg, Band I und II, 10. Auflage (2001), Band III, 4. Auflage (2001)
- [7] L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Klausur- und Übungsaufgaben, Vieweg, 1. Auflage (2004)

Modulname
Mathematik E3
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. Christoph Scheven
Lehrende
Prof. Dr. Christoph Scheven

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	Lehrveranstaltungen "Mathematik 1 (für Ingenieure)" und "Mathematik 2 (für Ingenieure)".

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Mathematik E3	3 (WS)	5 (VÜ)	75 (P) + 105 (E) = 180	6
Summe			5	180	6

Beschreibung
Das Modul besteht aus der Lehrveranstaltung "Mathematik E3". Themen sind: - Fourier-Reihen - Integraltransformationen (Fourier-, Laplace-Transformation) - Gewöhnliche Differentialgleichungen - Funktionentheorie
Ziele
Die Studierenden sind in der Lage, gewöhnliche DGLn und lineare Systeme gewöhnlicher DGLn zu lösen. Sie können die Fourier- und Laplace- Transformation zur Lösung einsetzen. Sie sind in der Lage, komplexe Kurvenintegrale und ausgewählte Typen reeller Integrale mit dem Residuensatz zu berechnen.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Schriftliche Klausur (Dauer 120 min).
Literatur
[1] M. Braun, Differentialgleichungen und ihre Anwendungen, Springer. 1994 [2] P.P.G. Dyke, An Introduction to Laplace Transforms and Fourier Series, Springer. 2000 [3] M. Folland, Fourier Analysis and its Applications, Wadsworth and Brooks. 1992 [4] C. Gasquet, P. Witomski, Fourier Analysis and Applications, Springer. 1999 [5] A. Pinkus, Fourier Series and Integral Transforms, Cambridge University Press. 1997 [6] L.J. Schiff, The Laplace Transform. Theory and Applications, Springer. 1999

Modulname
Medizintechnik
Modulverantwortlicher
Dr.-Ing. Reinhard Viga
Lehrende
Dr.-Ing. Reinhard Viga

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Wahlpflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Medizintechnik	3 (WS)	3 (VÜ)	45 (P) + 45 (E) = 90	3
Summe			3	90	3

Beschreibung
<p>Die Veranstaltung gibt einen Überblick über das Anwendungsgebiet der Medizintechnik, später erweitert um die Aspekte der globaleren Sichtweise als Lebenswissenschaften (Lifescience). An Beispielen wird der aktuelle Stand der Forschung und Entwicklung unterschiedlicher medizintechnischer Problemstellungen aus verschiedenen Fachrichtungen (u. a. Neurologie, Anästhesiologie, Chirurgie, Ophthalmologie) verdeutlicht und unter unterschiedlichen ausgewählten Gesichtspunkten vertieft.</p> <p>Im Rahmen der seminaristisch angelegten Übung lernen die Studierenden am Beispiel der Entwicklung einer elektromechanischen Komponente für die Ophthalmologie die Schritte einer typischen Medizintechnik-Entwicklung von der Idee bis zum Entwurf kennen und sind aktiv in den Entwicklungsprozess eingebunden.</p>
Ziele
<p>Die Studenten können wichtige medizinische Arbeitsgebiete und deren typische Problemstellungen in den Bereichen Diagnose und Therapie unterscheiden und kennen typische und neuartige Problemlösungen zur technischen Unterstützung medizinischen Handelns. Sie sind in der Lage an konkreten Aufgabenstellungen der Medizintechnik und der Lebenswissenschaften Herangehensweisen und Entwicklungsabläufe zu beschreiben und sowohl im medizinischen als auch im ingenieurwissenschaftlichen Kontext aufzubereiten.</p>
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
<p>Die Prüfung zur Veranstaltung wird als mündliche Fachprüfung mit einer Dauer von 30 Minuten angeboten.</p> <p>Abweichend hiervon kann bei rechtzeitiger Bekanntgabe zu Semesterbeginn alternativ verbindlich eine schriftliche Fachprüfung im Umfang von 90 Minuten Bearbeitungsdauer festgelegt werden.</p>
Literatur
<p>[1] R.F. Schmidt, G. Thews, F. Lang, M. Heckmann, Physiologie des Menschen. 31. Aufl. Berlin, Heidelberg, New-York: Springer-Verlag, 2011</p> <p>[2] J. Draeger, K. Jessen, E. Rumberger, Tonometrie. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 1993</p>

- [3] F. Hollwich, Augenheilkunde. 11. Aufl. Stuttgart, New-York: Georg Thieme Verlag, 1988
- [4] E. Wintermantel, S.-W. Ha, Biokompatible Werkstoffe und Bauweisen - Implantate für Medizin und Umwelt. 2. Aufl. Berlin, u. a.: Springer-Verlag, 1998
- [5] W. Pschyrembel, Klinisches Wörterbuch. 264. Aufl.. Berlin, New York: de Gruyter Verlag, 2013

Modulname
Nanocharakterisierung 1
Modulverantwortlicher
Dr. rer. nat. Tilmar Kümmell
Lehrende
Dr. rer. nat. Tilmar Kümmell

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Nanocharakterisierung 1	3 (WS)	3 (VÜ)	45 (P) + 45 (E) = 90	3
Summe			3	90	3

Beschreibung
<p>Das Modul besteht aus einer Lehrveranstaltung mit Vorlesung und Übung. Die Entwicklung von Nanostrukturen mit neuartigen funktionellen Eigenschaften verlangt Analysemethoden mit Ortsauflösung bis in den nm-Bereich. Im ersten Teil der Vorlesung werden Verfahren vorgestellt, die auf der Wechselwirkung von Elektronen-/Ionensonden mit den zu untersuchenden Nanostrukturen und Bauelementen basiert. Der zweite Teil behandelt als Beispiele für mechanische Sonden die Raster-Tunnel- und die Raster-Kraft-Mikroskopie. Die Vorlesung ist folgendermaßen gegliedert: • Elektronenmikroskope: Aufbau und Funktion, Wechselwirkungsprodukte • Analyse von Topographie, Struktur und Zusammensetzung über Rasterelektronenmikroskopie (Sekundärelektronen, Rückgestreute Elektronen), Rastertransmissionselektronenmikroskopie (Hellfeld, Dunkelfeld, Z-Kontrast) • Chemische Analyse von Oberflächen und Nanostrukturen (Auger-Spektroskopie, EELS, Elektronenstrahlmikroanalyse, RBS, SIMS) • Charakterisierung von Kristallgittern und Oberflächen (RHEED, LEED) • Analyse optischer Eigenschaften mit Kathodolumineszenz • Rasterkraft- und Rastertunnelmikroskope: Aufbau, Funktion, Messtechniken • Rastersondentechnik in der Analyse nanostrukturierter Bauelemente zur Bestimmung von Strömen, Spannungen, Kennlinien, elektronischen Eigenschaften Dabei werden insbesondere auch die Leistungsfähigkeit, die physikalischen Grenzen und die Anwendungen der einzelnen Methoden auf aktuelle F&E-Fragestellungen diskutiert.</p>
Ziele
<p>Die Studierenden kennen die wesentlichen Wechselwirkungen der eingesetzten Sonden (Elektronen, Messspitzen) mit den Nanostrukturen/Bauelementen und können daraus den Einsatz der vorgestellten Analysemethoden ableiten. Sie sind sensibilisiert für die Anforderungen, die aktuell in Forschung und Entwicklung an diese nanoanalytischen Messverfahren gestellt werden. Sie können aus der Art der Analyse (z.B. Topographie, Kristallstruktur, chemische Zusammensetzung) und der Spezifikation an die Messung (z.B. Ortsauflösung, geforderte Empfindlichkeit, untersuchtes Materialspektrum) entscheiden, welches Verfahren optimal geeignet ist.</p>
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Mündliche Prüfung 30 – 45 Minuten.

Literatur

- [1] M. Grasserbauer (ed.): Analysis of microelectronic materials and devices, J. Wiley & Sons, 1994
- [2] L. Reimer, G. Pfefferkorn: Elektronenmikroskopie, Springer Verlag Berlin, 1999
- [3] S. Maganov, M.-H. Whangbo, Surface Analysis with STM and AFM, VCH Verlagsgesellschaften, 1996
- [4] M. Ohtsu, H. Hori, Near-field nano-optics, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1999
- [5] Skript zur Vorlesung

Modulname
Nanocharakterisierung 2
Modulverantwortlicher
Dr. rer. nat. Tilmar Kümmell
Lehrende
Dr. rer. nat. Tilmar Kümmell

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Nanocharakterisierung 2	4 (SS)	3 (VÜ)	45 (P) + 45 (E) = 90	3
Summe			3	90	3

Beschreibung
Das Modul besteht aus einer Lehrveranstaltung mit Vorlesung und Übung. Die Entwicklung von Nanostrukturen mit neuartigen funktionellen Eigenschaften verlangt Analysemethoden mit Ortsauflösung bis in den nm-Bereich. Die Vorlesung knüpft an die Vorlesung „Nanoanalytik I“ an und behandelt Charakterisierungsverfahren, die auf der Wechselwirkung von Photonen mit der Materie beruhen. • Strukturelle Analyse von Nanostrukturen (Röntgenbeugung) • Topographieanalyse mit Scanning Optical Microscopy • Chemische Analyse von Nanostrukturen und Oberflächen (XPS, RFA, NMR, FTIR) • Optische Eigenschaften von Nanostrukturen/Halbleitern und ihre Analyse mit optischer (Laser-)Spektroskopie/SNOM • Optische Analyse von Nanostrukturen/Quantenobjekten mit zeitlich/räumlich hochaufgelösten spektroskopischen Verfahren Dabei werden insbesondere auch die Leistungsfähigkeit, die physikalischen Grenzen und die Anwendungen der einzelnen Methoden auf aktuelle F&E-Fragestellungen diskutiert.
Ziele
Den Studierenden sind die grundlegenden Wechselwirkungen von Photonen mit Materie sowie wesentliche optische Eigenschaften von Halbleitern/Nanostrukturen vertraut. Sie können entscheiden, welche Verfahren zur Analyse spezifischer struktureller und optischer Eigenschaften der Nanostrukturen geeignet sind. Sie kennen die Anforderungen, die aktuell in Forschung und Entwicklung an diese nanoanalytischen Messverfahren gestellt werden.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Mündliche Prüfung 30 – 45 Minuten.
Literatur
[1] M. Grasserbauer (ed.): Analysis of microelectronic materials and devices, J. Wiley & Sons, 1994 [2] Bauer/Richter (eds.): Optical Characterization of Epitaxial Semiconductor Layers, Springer Verlag Berlin, 1996 [3] W. Demtröder: Laserspektroskopie, Springer Verlag Berlin, 2004 [4] Skript zur Vorlesung

Modulname
Nanocharakterisierung Praktikum
Modulverantwortlicher
Dr. rer. nat. Tilmar Kümmell
Lehrende
Dr. rer. nat. Tilmar Kümmell, Prof. Dr. rer. nat. Markus Winterer

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
3	1	Wahlpflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	Voraussetzung für die Teilnahme sind bestandene Prüfungen der Fächer Nanocharakterisierung I und II sowie die Teilnahme an einer Laserschutz-einweisung.

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Nanocharakterisierung Praktikum	5 (SS)	3 (P)	45 (P) + 45 (E) = 90	3
Summe			3	90	3

Beschreibung
<p>Das Praktikum Nanocharakterisierung baut inhaltlich auf den Vorlesungen Nanocharakterisierung I und II auf. Dabei werden vier Kernthemen durch praktische Versuche in den Labors der Lehrstühle Werkstoffe der Elektrotechnik und Nanopartikel-Prozesstechnik vertieft.</p> <p>Die vier ganztägigen Versuche zu behandeln die Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rasterelektronen-Mikroskopie • Rasterkraft-Mikroskopie • Photolumineszenz-Spektroskopie • Röntgendiffraktometrie an Nanopartikeln
Ziele
Die Studenten beherrschen auf einem Anfängerlevel die Geräte und Aufbauten und können selbstständig einfache Messungen durchführen. Sie können die Vorteile und Grenzen der Messverfahren einschätzen und dementsprechend ihre Messungen beurteilen und diskutieren.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Diese Versuche müssen von den Teilnehmern inhaltlich vorbereitet, durchgeführt und in einem Protokoll dokumentiert werden..
Literatur
<p>[1] M. Grasserbauer (ed.): Analysis of microelectronic materials and devices, J. Wiley & Sons, 1994</p> <p>[2] Bauer/Richter (eds.): Optical Characterization of Epitaxial Semiconductor Layers, Springer Verlag Berlin, 1996</p> <p>[3] W. Demtröder: Laserspektroskopie, Springer Verlag Berlin, 2004</p>

- [4] S. Maganov, M.-H. Whangbo, Surface Analysis with STM and AFM,
VCH Verlagsgesellschaften, 1996
- [5] Skripte zur Vorlesung
- [6] Versuchsunterlagen auf der entsprechenden Webseite (Werden vor Beginn des Praktikums zur
Verfügung gestellt)

Modulname
NanoEngineering Praktikum

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Wolfgang Martin

Lehrende

Verschiedene Dozenten der ingenieurwissenschaftlichen und physikalischen Fakultäten

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
3	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	Nanotechnologie 1,2 Nanocharakterisierung 1,2 Eigenschaften und Anwendungen von Nanomaterialien 1,2

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	NanoEngineering Praktikum	6 (SS)	3 (P)	45 (P) + 75 (E) = 120	4
Summe			3	120	4

Beschreibung

Die Studierenden sollen in kleinen Gruppen an definierten Stationen im Bereich der Elektrotechnik, des Maschinenbaus und der Physik praktische Versuche durchführen. Zur Durchführung der Laborversuche gehören ein Kolloquium mit An-Testat, die eigentliche Versuchsdurchführung sowie eine abschließende Besprechung. Inhalt der Lehrveranstaltung sind ausgewählte Versuche zur - Epitaxie - Nano-Partikelherstellung - optische und Elektronenstrahl-Lithografie - Halbleiter-Prozesstechnik - strukturelle Charakterisierung - optische, elektrische und magnetische Charakterisierung Es werden die soft-skills Teamfähigkeit und Präsentation geübt. - Analyse nanostrukturierter Bauelemente Die Versuche werden dabei an modernen Forschungseinrichtungen der beteiligten Hochschullehrer durchgeführt, um so den Studierenden einen ersten Einblick in aktuelle F&E Tätigkeiten zu gewähren.

Ziele

Die Studierenden haben einen Überblick über verschiedene Methoden und Techniken im Bereich NanoEngineering gewonnen und wurden durch die selbstständige Durchführung der Versuche mit dem praktischen Einsatz modernster Technologien und Analyseverfahren vertraut. Sie sind in der Lage, bei definierten Problemstellungen geeignete Techniken zu identifizieren und erkennen Möglichkeit und Grenzen moderner Methoden im Bereich NanoEngineering.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
--

Form und Kriterien für die Studienleistung werden gemäß Prüfungsordnung vom Lehrenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Literatur

Versuchsbeschreibungen und die darin enthaltene weiterführende Literatur

Modulname
Nanotechnologie 1
Modulverantwortlicher
Prof. Dr.-Ing. Frank Einar Kruis
Lehrende
Prof. Dr.-Ing. Frank Einar Kruis

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Nanotechnologie 1	3 (WS)	3 (VÜ)	45 (P) + 75 (E) = 120	4
Summe			3	120	4

Beschreibung
Das Modul besteht nur aus einer Lehrveranstaltung mit Vorlesung und Übung. Die Veranstaltung bietet einen Überblick über die Verfahren der ‚bottom-up‘ Technologie zur Herstellung von Nanostrukturen. Zunächst werden die relevanten Begriffe und die statistische Erfassung von verteilten Eigenschaften am Beispiel der Objektgröße erklärt. Danach wird näher auf die grundlegenden Mechanismen relevant für die Entstehung und Wachstum von Nanostrukturen eingegangen: - chemisches Potential und Thermodynamik eines Phasenübergangs - die Clapeyron-, Kelvin- und Laplace-Gleichungen - Übersättigung und homogene Keimbildung - Kondensation - Brown’sche Bewegung und Brown’sche Koagulation Im zweiten Teil der Veranstaltung wird dann einen Überblick gegeben über die bottom-up Synthesetechniken von Nanopartikeln und Nanokristalliten: - physikalische Gasphaseverfahren: thermisches Verdampfen, Gasentladung, Laserablation und thermisches Plasma, chemische Gasphaseverfahren - Flüssigphase-Syntheseverfahren: Reduktion, Elektrodeposition, Solvothermische Methode, Solgelverfahren, Mikroemulsionsfällung, Templates - Zerkleinerung und Hochvakuum-Syntheseverfahren Zum Schluss werden die Van der Waals-Kräfte und Partikelinteraktionen in einer Dispersion erklärt.
Ziele
Nach Besuch der Veranstaltung haben die Studierenden ein Verständnis der grundlegenden Vorgänge im Bereich der bottom-up Technik. Die Studierenden verstehen am Ende der Veranstaltung die Syntheseverfahren für Nanopartikel und können die grundlegenden Mechanismen in der Synthese nachvollziehen. Sie sind in der Lage, kinetische Gleichungen in Form von Differentialgleichungen aufzustellen und können zur Lösung einfache numerische Verfahren anwenden.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Schriftliche Klausur (120 min).
Literatur
[1] A.S. Edelstein, Nanomaterials: Synthesis, properties and applications, IOP Publishing, Bristol, UK, 1996. [2] S.K. Friedlander, Smoke, dust and haze -- Fundamentals of aerosol dynamics, Oxford University Press, New York, 2nd edition, 2000.

- [3] A. Goldstein, Handbook of nanophase materials, Dekker, New York, 1997.
- [4] W.C. Hinds, Aerosol technology, Wiley, New York, 1982.
- [5] T.T. Kodas, M. Hampden-Smith: Aerosol processing of materials, Wiley-VCH, New-York, 1999.
- [6] N. Ichinose, J. Ozaki, S. Kashu, Superfine particle technology, Springer, New York, 1991.
- [7] B. Rogers, J. Adams, S. Pennathur, Nanotechnology - understanding small systems, CRC Press, Boca Raton, 2008
- [8] T.A. Ring, Fundamentals of ceramic powder processing and synthesis, Academic Press, San Diego, 1997.
- [9] J.N.: Israelachvili, Intermolecular and surface forces, Academic Press, London, 1992

Modulname
Nanotechnologie 2
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher
Lehrende
Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher

Studienjahr	Dauer	Modultyp
2	1	Pflichtmodul

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Nanotechnologie 2	4	3	120	4
Summe			3	120	4

Beschreibung
Das Modul besteht aus einer Lehrveranstaltung mit Vorlesung und Übung. Die Veranstaltung bietet einen Überblick über die Verfahren der ‚top-down‘ Technologie zur Herstellung von Nanostrukturen. Dies beinhaltet - Dünnschichttechniken (physikalische und chemische Verfahren) - Grundlagen der Epitaxie (Molekularstrahlepitaxie, Gasphasenepitaxie), epitaktische Herstellung von Schicht- und Punktstrukturen - Prinzip der Lithografie, optische Abbildung, optische Lithografie - Elektronenstrahl-Lithografie und Ionenstrahl-Lithographie - Verfahren der Strukturübertragung (Lift-off Technik, Ätzverfahren, LIGA Technik) - Ausgewählte moderne Methoden wie EUV-Lithographie, Röntgenlithographie, Projektionsverfahren - Nanolithographie und Atommanipulation - druckende und umformende Verfahren Anhand von ausgewählten Beispielen soll das Anwendungspotenzial der ‚top-down‘ Technologie dargelegt werden.
Ziele
Lernziel der Veranstaltung ist das Verständnis über grundlegende Nanostrukturprozesse im Bereich der ‚top-down‘ Technik. Die Studierenden können am Ende der Veranstaltung die grundlegenden Konzepte, Möglichkeiten und Grenzen der top-down Technik nachvollziehen. Sie sind in der Lage, für definierte Problemstellungen die am besten geeigneten top-down Techniken auszuwählen.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Mündliche Prüfung.
Literatur
[1] W. Menz, J. Mohr, O. Paul, Mikrosystemtechnik für Ingenieure, Wiley VCH Weinheim, 2005 [2] Z. Cui, Micro-Nanofabrication, Springer, 2005 [3] M. Köhler, Nanotechnologie, Wiley VCH Weinheim, 2001 [4] G. Cao, Nanostructures and Nanomaterials, Imperial College Press London, 2004

Modulname
Nichttechnischer Wahlpflichtbereich Nano Bachelor
Modulverantwortlicher
Dr.-Ing. Wolfgang Martin
Lehrende
Verschiedene Dozenten und Dozentinnen der Universität Duisburg-Essen

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
1+2	3	Wahlpflichtmodul	Wird von der jeweiligen Dozentin bzw. vom jeweiligen Dozenten vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	Wird von der jeweiligen Dozentin bzw. vom jeweiligen Dozenten vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Nr.	Veranstaltungen	Semester*)	SWS*)	Arbeitsaufwand in h*)	ECTS-Credits*)
1	Nicht-Technisches Fach 1	1			3
2	Nicht-Technisches Fach 2	2			3
3	Nicht-Technisches Fach 3	3			4
Summe					10

Beschreibung
Mit diesem Modul soll den Studierenden die Möglichkeit gegeben werden, im Rahmen des Studiums neben den rein technischen Veranstaltungen auch so genannte „nicht-technische Fächer“ nachweislich zu belegen. Die Veranstaltungen können aus dem gesamten Angebot der Universität Duisburg-Essen gewählt werden, wobei das „Institut für Optionale Studien“ (IOS) einen Katalog mit Veranstaltungen aus dem so genannten Ergänzungsbereich vorhält.
Ziele
Die Studierenden besitzen eine vertiefte Allgemeinbildung ggf. eine verstärkte sprachlichen Kompetenz sowie eine gestärkte Berufsbefähigung durch das Erlernen von Teamfähigkeit und Präsentationstechniken.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen.
Literatur
Wird von den jeweiligen Dozenten bzw. Dozentinnen zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

*) im nichttechnischen Wahlpflichtbereich (formal mehrere Module) insgesamt 10 ECTS-Credits nach den Vorgaben der Liste B-NWP (Fächerzahl und Semesterzuordnung sind irrelevant)

Modulname
Operating Systems & Computer-Networks
Modulverantwortlicher
Prof. Dr.-Ing. Axel Hunger
Lehrende
Prof. Dr.-Ing. Axel Hunger

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
3	1	Pflichtmodul	englisch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	Credits
1	Operating Systems and Computer Networks	6 (SS)	3 (VÜ)	45(P)+45(E) = 90	3
Summe			3	90	3

Beschreibung
Das Modul besteht aus nur einer Lehrveranstaltung "Operating Systems and Computer Networks". Die Vorlesung deckt zwei Aspekte der Computerorganisation ab: Betriebssysteme und Speicherorganisationen auf der einen Seite, und die Grundlagen von Computernetzwerken auf der anderen Seite. Die Prinzipien von Betriebssystemen werden erläutert und exemplarisch anhand von UNIX und MS-DOS illustriert. Große Massenspeichersysteme bis hin zu schnellen Cache-Speichersystemen werden im Kapitel Speicherorganisation besprochen. Ebenso Prinzipien wie Paging, Segmentierung und virtuelle Adressierung. Der zweite Bereich deckt die verschiedenen Aspekte der Rechnerkommunikation ab. Dies beinhaltet Schnittstellen und Busse in Rechnersystemen sowie Protokolle und Übertragungsmechanismen in Rechnernetzen. Ausgewählte Protokolle und Zugriffsmethoden werden erklärt. Auf dieser Basis werden dann Kriterien zum Entwurf von Rechnernetzen unter Berücksichtigung der Übertragungsgeschwindigkeit und der Kollisionswahrscheinlichkeit erläutert.
Ziele
Die Studierenden sind in der Lage, die wichtigsten Prinzipien und Funktionsweisen von Betriebssystemen zu erläutern sowie grundlegende Konzepte von Computernetzwerken zu benennen und deren Funktionsweise zu erklären.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
schriftliche Klausur (90 min).
Literatur
[1] A. Tanenbaum, Moderne Betriebssysteme. Wien: Hanser Verlag, 1994. [2] A. Tanenbaum, Modern Operating Systems. Prentice Hall International, 2001. [3] A. Tanenbaum, Computernetzwerke. Pearson Studium, 2000. [4] A. Tanenbaum, Computer Networks. Prentice Hall International, 2002. [5] D. Conrads, Datenkommunikation. Vieweg Verlag, Braunschweig, 1993. [6] F. Kaderali, Digitale Kommunikationstechnik II. Vieweg Verlag, Braunschweig, 1995. Kapitel 12: Lokale Netze.

[7] F. Kaderali, Graphen, Algorithmen, Netze. Vieweg Verlag, Braunschweig, 1995.
Kapitel 8: Wegeauswahl in Netzen.

Modulname
Optische Übertragungstechnik
Modulverantwortlicher
Dr.-Ing. Rüdiger Buß
Lehrende
Dr.-Ing. Rüdiger Buß

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
3	1	Wahlpflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Optische Übertragungstechnik	6 (SS)	3 (VÜ)	45 (P) + 45 (E) = 90	3
Summe			3	90	3

Beschreibung
<p>Zu Beginn der Vorlesung wird nach einer kurzen Einleitung mit Hilfe der Maxwellschen Gleichungen die Wellengleichung hergeleitet, wobei die Besonderheiten in der Optik herausgearbeitet werden. Ausgehend von der Ausbreitung einer ebenen Welle wird die Reflexion von Licht an Grenzflächen (Totalreflexion, Brechung), welche die Grundlage für eine optisch geführte Wellenausbreitung bildet, unter Berücksichtigung der Stetigkeitsbedingungen diskutiert. Der folgende Teil beschäftigt sich mit der Ausbreitung optischer Wellen in Gläsern. Hier werden die physikalischen Effekte wie Streuung, Absorption und Dispersion behandelt, und es werden Näherungsformeln für den praktischen Einsatz abgeleitet. Anschließend wird die Ausbreitung optischer Strahlung in sog. dielektrischen Wellenleitern behandelt. Verschiedene Bauformen dieses Typs von Wellenleiter, der z. B. innerhalb von Laserdioden Verwendung findet, werden vorgestellt und diskutiert. Es werden Lösungsverfahren zum Design der wellenführenden Schicht hergeleitet und angewendet. Die Verwendung von Glasfasern für die optische Nachrichtentechnik stellt den Inhalt des nächsten Vorlesungsabschnitts dar. Hier werden die wichtigsten Typen von Glasfasern (Stufenindex- und Gradientenindex-Faser) eingehend besprochen. Auch für diese Art von Wellenleitern werden Verfahren zum Entwurf hergeleitet und angewendet, wobei insbesondere auf die Problematik der Signalverzerrung in Glasfasern eingegangen wird. Zum Ende der Vorlesung steht die Beschreibung der wichtigsten Bauelemente für integrierte optische und optoelektronische Schaltungen (OEIC) im Vordergrund. Die Eigenschaften und technologischen Realisierungsmöglichkeiten von z.B. Laserdioden, Oberflächenemittern, elektroabsorptiven Detektoren und Modulatoren werden vorgestellt und diskutiert. Abschließend werden wirtschaftliche Gesichtspunkte sowie Zukunftsaspekte, wie beispielsweise die optische Verkabelung bis hinein in die privaten Haushalte, besprochen.</p>
Lernziele
<p>Die Studierenden sind in der Lage, die Prinzipien der Ausbreitung optischer Wellen in planaren Wellenleitern und Glasfasern zu beschreiben, die signalverzerrenden Parameter wie Absorption und Dispersion zu unterscheiden und einfache optische Übertragungssysteme zu analysieren.</p>
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Klausur mit einer Dauer von 60 bis 120 Minuten.

Literatur

- [1] C.-L. Chen, Foundations for guided-wave optics, John Wiley & Sons, 2007
- [2] J. M. Senior, Optical Fiber Communications, Prentice-Hall, London, 1985
- [3] B. Saleh, Fundamentals of Photonics, John Wiley & Sons, 1991
- [4] G. P. Agrawal, Fiber-Optic Communication Systems, Wiley-Interscience, New York, 2002
- [5] H.-G. Unger, Optische Nachrichtentechnik, Teil 1, Hüthig-Verlag, Heidelberg 1990
- [6] G. Schiffner, Optische Nachrichtentechnik, Teubner-Verlag, Wiesbaden, 2005
- [7] F. Mitschke, Glasfasern, Elsevier-Verlag, München, 2005
- [8] F. Pedrotti et al., Optik für Ingenieure, Springer-Verlag, Berlin, 2002

Modulname
Optoelektronik (Nano)
Modulverantwortlicher
Dr.-Ing. Andreas Stöhr
Lehrende
Dr.-Ing. Andreas Stöhr

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
3	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	Physik 2" (Kapitel über Optik), "Festkörperelektronik", "Elektronische Bauelemente".

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Optoelektronik	5 (WS)	3 (VÜ)	45 (P) + 45 (E) = 90	3
Summe			3	90	3

Beschreibung
Das Modul besteht nur aus der Lehrveranstaltung "Optoelektronik". Die Veranstaltung umfasst neben den theoretischen Grundlagen und Technologien der modernen Optoelektronik auch deren Anwendungsgebiete in photonischen integrierten Schaltungen. Die Vorlesung beginnt mit dem fundamentalen physikalischen Phänomen der Interaktion zwischen Licht und Materie im Halbleiter: Absorption, spontane und stimulierte Emission sowie Modulation. Weitere Teilbereiche umfassen die Lichtausbreitung in planaren sowie faseroptischen Wellenleitern und die integrierte Optik. Besondere Aufmerksamkeit wird den Anwendungen gewidmet, beispielhaft dargestellt anhand optischer Nachrichtenübertragungssysteme, der Medizintechnik und der Materialverarbeitung.
Ziele
Die Studierenden haben breite Kenntnisse über die Bedeutung der Optoelektronik und Photonik in der Technik und sind in der Lage, auf der Basis grundlegender Wechselwirkungsmechanismen die Kenngrößen optoelektronischer Komponenten in Systemanwendungen zu beschreiben.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Schriftliche Klausur (60 bis 120 min).
Literatur
[1] F. Graham-Smith, Optics and Photonics, Wiley, Chichester 2000 [2] W. Harth, Sende- und Empfangsdioden für die optische Nachrichtentechnik, Teuber, Stuttgart 1998 [3] W. Bludau, Halbleiter-Optoelektronik, Hanser, München 1995 [4] A. Dörnen, Halbleiter für die Optoelektronik und Photonik, Hänsel-Hohenhausen, 1994 [5] A. Billings, Optics, optoelectronics and photonics, Prentice Hall, New York 1993 [6] K. J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Berlin 1992 [7] R. Paul, Optoelektronische Halbleiterbauelemente, Teuber, Stuttgart 1992

Modulname
Optoelektronik Praktikum (EIT)

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Rüdiger Buß;
Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher

Lehrende

Dr.-Ing. Andreas Stöhr und Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
3	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
	"Physik 2" (Kapitel über Optik), "Festkörperelektronik", "Elektronische Bauelemente".

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	Credits
1	Optoelektronik Praktikum	5 (WS)	2 (P)	30(P)+30(E) = 60	
Summe			2	60	3

Beschreibung

Die Praktikumsversuche vertiefen verschiedene Themen der Optoelektronik.

Ziele

Die Studierenden haben breite Kenntnisse über die Bedeutung der Optoelektronik und Photonik in der Technik und sind in der Lage, auf der Basis grundlegender Wechselwirkungsmechanismen die Kenngrößen optoelektronischer Komponenten in Systemanwendungen zu beschreiben.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum

Literatur

- [1] F. Graham-Smith, Optics and Photonics, Wiley, Chichester 2000
- [2] W. Harth, Sende- und Empfangsdioden für die optische Nachrichtentechnik, Teuber, Stuttgart 1998
- [3] W. Bludau, Halbleiter-Optoelektronik, Hanser, München 1995
- [4] A. Dörnen, Halbleiter für die Optoelektronik und Phototnik, Hänsel-Hohenhausen, 1994
- [5] A. Billings, Optics, optoelectronics and photonics, Prentice Hall, New York 1993
- [6] K. J. Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag, Berlin 1992
- [7] R. Paul, Optoelektronische Halbleiterbauelemente, Teuber, Stuttgart 1992
- [8] E. Voges, K. Petermann (Hrsg.): Optische Kommunikationstechnik, Handbuch für Wissenschaft und Industrie. Springer-Verlag Berlin u.a.

Modulname
Praktikum Einführung in die Thermoelektrik
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. rer. nat Roland Schmechel
Lehrende
Prof. Dr. rer. nat Roland Schmechel

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
3	1	Wahlpflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
	Mathematische Grundlagen der ersten drei Semester, "Grundlagen der Elektrotechnik E2", "Theorie linearer Systeme".

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Praktikum Einführung in die Thermoelektrik	5 (WS)	2 (P)	15(P)+15(E) = 30	3
Summe			2	30	3

Beschreibung
Die Studierenden kennen die Funktionsweise thermoelektrischer Materialien, sowie Ansätze zur Verbesserung der Gütezahl. Sie können die für die Thermoelektrik relevante Messtechnik anwenden.
Lernziele
Die Studierenden können die für die Thermoelektrik relevante Messtechnik anwenden. Inhalte: - Synthese - Probenvorbereitung - Transport-Koeffizienten - Seebeck-Koeffizient, vertieft - Simulation
Studien-/Prüfungsleistung
An- und Abtestate, 5 Protokolle
Literatur
[1] Praktikumsunterlagen werden vor Praktikumsbeginn ausgegeben

Modulname
Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik (Teil 1)
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. sc. techn. Daniel Erni
Lehrende
Prof. Dr. sc. techn. Daniel Erni

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Wahlpflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
	Mathematische Grundlagen der ersten drei Semester, "Grundlagen der Elektrotechnik E2", "Theorie linearer Systeme".

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Grundlagen der Elektrotechnik Praktikum (Teil 1)	3 (WS)	2 (P)	15(P)+15(E) = 30	1
Summe			2	30	1

Beschreibung
Das Modul besteht aus dem Praktikum "Grundlagen der Elektrotechnik Praktikum Teil 1". Das Praktikum dient zur Anwendung und zum vertieften Verständnis des Stoffes. Darüber hinaus werden ausgewählte Kapitel der Grundlagen der Signaltheorie anhand von Beispielen wiederholt. Vier Versuche aus folgender Liste werden durchgeführt: Ausgleichsvorgänge in linearen Netzwerken, R-L und R-C Kombinationen, Widerstandsmessbrücken, Zweitore, Spannungs- und Stromquellen, Messung von Spannungen und Stromstärken, Parallelschwingkreis, Dreiphasensysteme, Zeitabhängige periodische Funktionen.
Ziele
Die Studenten sind fähig, die wichtigsten Zusammenhänge und Prinzipien (Anwendung der Transformationen auf die Behandlung von Netzwerkproblemen) zu erklären, anzuwenden und die zugehörigen Konzepte kritisch zu hinterfragen.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Antestat und aktive Teilnahme
Literatur
[1] F.J. Tegude, Festkörperelektronik. Vorlesungsskript. Universität Duisburg-Essen. [2] A. Möschwitzer, K. Lunze, Halbleiterelektronik Lehrbuch. Hüthig Verlag, Heidelberg, 1988 [3] R. Paul: Halbleiterdioden. Hüthig Verlag, Heidelberg, 1976 [4] H. Mueseler, T. Schneider, Elektronik. Carl Hanser Verlag, München und Wien, 1989

- [5] K. Bystron, J. Borgmeyer, Grundlagen der Technischen Elektronik. Carl Hanser Verlag, München und Wien, 1990.
- [6] S.W. Wagner, Stromversorgung elektronischer Schaltungen und Geräte.
R. v. Decker's Verlag G. Schenk, Hamburg, 1964.
- [7] N. N.: Applikationsbericht 1200. SGS-ATES Deutschland GmbH, Grafing, 1980.
- [8] P.C. Lanchester, Digital thermometer circuit for silicon diode sensors.
Cryogenics, Vol. 29, Dec. 1989, p. 1156.
- [9] K. Unger, H.G. Schneider, Verbindungshalbleiter., Akademische Verlagsgesellschaft
Geest & Portig K.-G., Leipzig, 1986, S. 14, 64 u. 100.

Modulname
Praktikum Grundlagen der technischen Informatik
Modulverantwortlicher
Prof. Dr.-Ing. Axel Hunger
Lehrende
Prof. Dr.-Ing. Axel Hunger

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
1	1	Wahlpflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	Credits
1	Grundlagen der technischen Informatik Praktikum	1 (WS)	1 (P)	15(P)+15(E) = 30	
Summe			1	30	1

Beschreibung
Im Praktikum erfolgen Simulation und Analyse von Grundbausteinen der Digitaltechnik sowie einfacher kombinatorischer und sequentieller Grundschaltungen.
Ziele
Die Studierenden sind in der Lage, ein Software-System zur Analyse und Simulation einfacher Bausteine und Schaltungen der Digitaltechnik anzuwenden.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Erfolgreiche Praktikumsteilnahme.
Literatur
[1] H.M. Lipp, Grundlagen der Digitaltechnik. Oldenbourg, 1995. [2] A.E.A. Almaini, Kombinatorische und sequentielle Schaltsysteme. Prentice Hall, 1986. [3] J.L. Gersting, Mathematical Structures for Computer Science. Freeman & Company, 1982. [4] W. Schneeweiss, Schaltlogik. LiLoLe-Verlag, Hagen 2001. [5] Versuchsunterlagen des Instituts. [6] Datenblätter (http://www.ti.com).

Modulname
Praktikum Netzwerklabor
Modulverantwortlicher
Prof. Dr.-Ing. Axel Hunger
Lehrender
Prof. Dr.-Ing. Axel Hunger

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
3	1	Wahlpflichtmodul	englisch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	Dringende Empfehlung: Betriebssysteme und Rechnernetze, 4. Sem.

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Praktikum Netzwerklabor	6 (SS)	3 (P)	45 (P) + 45 (E) = 90	3
Summe			3	90	3

Beschreibung
Das Praktikum "Computer Networks Lab" vermittelt grundlegendes Wissen über die Konzeption, Implementierung und Arbeitsweise von Computer-Netzwerken. Es werden Grundlagen wie Netzwerktopologien, Protokolle, Routing, Sockets, etc. vorgestellt und erläutert. Insbesondere wird die Arbeitsweise von Servern und Firewalls erklärt. In einer Projektarbeit ist das Intranet einer kleinen Firma zu entwickeln, das die grundlegenden Funktionen wie Fileserver und Webserver bereitstellt. Dieses Intranet ist dann über eine Firewall mit dem World Wide Web und mit einem weiteren externen Standort dieser Firma zu verbinden. Des weiteren wird im Rahmen des Praktikums eine Einführung in die Socket-Programmierung sowie in Netzwerk-Monitorprogramme gegeben.
Lernziele
Die Studierenden sollen über dieses Praktikum erfahren, wie Rechnernetze im praktischen Einsatz aufzubauen und zu betreiben sind. Anhand einer dem Berufsalltag entsprechenden Aufgabenstellung erlangen Sie Erfahrungen zu Rechnernetzen im Bereich der Implementierung und Problemlösung.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Abnahme, Dokumentation.
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> [1] A. Tanenbaum, Computernetzwerke, Pearson Studium, 2000 [2] A. Tanenbaum, Computer Networks, Prentice Hall International, 2002 [3] D. Conrads, Datenkommunikation, Vieweg Verlag, Braunschweig, 1993 [4] F. Kaderali, Digitale Kommunikationstechnik II, Vieweg Verlag, Braunschweig, Kapitel 12: Lokale Netze, 1995 [5] F. Kaderali, Graphen, Algorithmen, Netze, Vieweg Verlag, Braunschweig, Kapitel 8: Wegeauswahl in Netzen, 1995

Modulname
Procedural Programming
Modulverantwortlicher
Prof. Dr.-Ing. Axel Hunger
Lehrender
Prof. Dr.-Ing. Axel Hunger

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
1	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Procedural Programming	2 (SS)	3 (VÜP)	45 (P) + 45 (E) = 90	3
Summe			3	90	3

Beschreibung
Das Modul besteht aus einer Lehrveranstaltung mit Vorlesung, Übung und Praktikum. Vorlesung und Übung vermitteln die grundlegenden Techniken des modularen und strukturierten Programmaufbaus. Dazu wird zunächst in die algorithmische Methodik eingeführt und deren prozedurale Umsetzung in die Programmiersprache C vorgestellt. Im Praktikum werden die in der Vorlesung und Übung erworbenen Kenntnisse an praktischen Beispielen umgesetzt.
Ziele
Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Konzepte der prozeduralen Programmierung. Sie können kleinere Problemstellungen und Beispiele algorithmisch aufarbeiten und in der Programmiersprache C selbstständig implementieren. Sie sind in der Lage, sich selbstständig in andere prozedurale Programmiersprachen einzuarbeiten.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Vollständige und erfolgreiche Teilnahme am Praktikum (korrekte und vollständige Lösung von Vorbereitungsaufgaben und Auswertungen).
Literatur
[1] B. W. Kernighan, D. M. Ritchie, The C Programming Language, Prentice Hall International. 2nd edition. 1988. ISBN: 978-0-131-10362-7. [2] K. N. King, C Programming: a modern approach. W. W. Norton & Company, Inc. New York. 2nd edition. 2008. ISBN 978-0-393-97950-3. [3] R. Sedgewick, Algorithms in C. Prentice Hall. 2009. ISBN 978-0-768-68233-5. [4] American National Standards Institute. American National Standard for Information Systems – Programming Language C. ANSI X3.159-1989, Published by American National Standards Institute, 11 West 42nd Street, New York, New York 10036. 1989

Modulname
Projekt Bachelor (Nano)
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. rer. nat. Gerd Bacher
Lehrende
Verschiedene Dozenten und Dozentinnen aus den Fakultäten für Ingenieurwissenschaften, Physik und Chemie.

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
3	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Projekt (inkl. Abschlussseminar) Nano Bachelor	5 (WS)	4 (P)	60 (P) + 150 (E) = 210	7
Summe			4	210	7

Beschreibung
In diesem Projekt erhält eine Gruppe von Studierenden eine definierte fachliche Aufgabe im Bereich NanoEngineering. Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt im Team unter fachlicher Anleitung und ist wie ein Projekt abzuwickeln, einschließlich Spezifikation, Konzeption, Schnittstellenabsprachen, Terminplanung, Literaturrecherchen, Präsentation der Ergebnisse. Es erfolgt eine Benotung der individuellen Leistungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.
Ziele
Die Studierenden können systematisch eine Aufgabe/eine Fragestellung gliedern, Meilensteine definieren und im Team lösen. Neben der fachlichen Ausbildung im Umfeld NanoEngineering besitzen die Studierenden sehr wesentliche 'soft-skills', wie z.B. Teamarbeit, Präsentation, Literaturrecherche, usw., welche für die spätere Berufstätigkeit bzw. für die Weiterqualifikation zu einem wissenschaftlichen Master-Studiengang erforderlich sind.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Form und Kriterien für die Studienleistung werden gemäß Prüfungsordnung vom Lehrenden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.
Literatur
Spezifisch für das jeweilige Thema

Modulname
Reaktionstechnik
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. rer. nat. Markus Winterer
Lehrender
Prof. Dr. rer. nat. Markus Winterer

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
3	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Reaktionstechnik	6 (SS)	3 (VÜ)	45 (P) + 75 (E) = 120	4
Summe			3	120	4

Beschreibung
Das Modul besteht aus einer Lehrveranstaltung mit Vorlesung und Übung. Die (chemische) Reaktionstechnik beschäftigt sich mit der Auslegung (Dimensionierung) chemischer Reaktoren. Ziel ist die sicherste und effizienteste Herstellung eines Produktes bei - hohem Umsatz (große Produktionsmengen) - hoher Selektivität (wenig Nebenprodukte) - hoher Ausbeute (wenig Verluste und keine Aufarbeitung) bei gleichzeitig minimalem Einsatz von Energie und Rohstoffen. Wichtige Methoden sind die Erhaltungssätze für Stoff, Energie und Impuls in chemisch reagierende Systeme. Anwendung findet die Reaktionstechnik vor allem in der chemischen Industrie aber auch in der Lebensmittel-, pharmazeutischen, Bio-, Mikro- und Nanotechnologie. Themen: 1. Einführung 2. Stöchiometrie und Chemische Kinetik 3. Stoffbilanz 4. Chemische Thermodynamik 5. Wärmebilanz 6. Heterogene Katalyse 7. Nano- Mikro- Makro-Reaktoren / Skalierung am Beispiel von Satzreaktor, kontinuierlichem Rührkessel und idealem Strömungsrohr als idealisierten Archetypen chemischer Reaktoren.
Ziele
Lernziele sind die Grundlagen der Reaktionstechnik, insbesondere die Berechnung von Material- und Energiebilanzen in unterschiedlichen Reaktorprototypen. Die Studierenden verstehen den Einfluss von Temperatur, Verweilzeit und heterogenen Katalysatoren auf die Reaktionsführung und können diese anwenden. Die Studierenden können geeignete experimentelle Methoden zur ihrer Untersuchung auswählen.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Die Art und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekanntgegeben. Laut Prüfungsordnung ist eine Klausurarbeit mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten oder eine mündliche Prüfung mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten möglich.
Literatur
[1] J. B. Rawlings and J. G. Eckert, Chemical Reactor Analysis and Design Fundamentals, Nob Hill 2002 [2] O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, Wiley 1999 [3] H. S. Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall 2002

Modulname
Technische Darstellung
Modulverantwortlicher
Prof. Dr.-Ing. Peter Köhler
Lehrender
Prof. Dr.-Ing. Peter Köhler

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Wahlpflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Technische Darstellung	3 (SS)	4 (VÜ)	60 (P) + 90 (E) = 150	5
Summe			4	150	5

Beschreibung
Behandelt werden Problemstellungen der Darstellenden und konstruktiven Geometrie (Projektionen, Durchdringungen, wahre Größen, ...) sowie Grundlagen zur Erstellung technischer Produktdokumentation (Technisches Zeichnen, Konstruktionssystematik, CAD, ...)
Lernziele
Die Studierenden sind im räumlichen Vorstellungsvermögen geschult und beherrschen die grundlegenden Arbeitstechniken für die Konstruktion von Einzelteilen und Baugruppen. Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage einfache technische Zeichnungen auch unter Verwendung eines CAD-Systems zu erstellen und technische Zeichnungen zu lesen.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt.
Literatur
[1] Vorlesungsfolien (pdf-Dateien), Übungsaufgaben (pdf-Dateien) [2] H. Hoischen: Technisches Zeichnen, Cornelson Verlag [3] P. Köhler, Moderne Konstruktionsmethoden im Maschinenbau, Vogel-Verlag

Modulname
Theorie linearer Systeme

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Andreas Czylik

Lehrende

Prof. Dr.-Ing. Andreas Czylik

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Wahlpflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
	Mathematische Kenntnisse aus "Mathematik 1 (für Ingenieure)" und "Mathematik 2 (für Ingenieure)", begleitend "Mathematik E3". Grundkenntnisse über elektrische Netzwerke (aus "Grundlagen der Elektrotechnik E2").

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	Credits
1	Theorie linearer Systeme	3 (WS)	4(VÜ)	60(P)+60(E) = 120	
Summe			4	120	4

Beschreibung

Es werden Grundbegriffe und Methoden der Theorie linearer dynamischer Systeme besprochen. Themen sind: - Testsignale (u.a. Dirac'sche Delta-Funktion), - Impulsantwort, - Faltungsintegral, - Fourier- und Laplace-Transformation, - Übertragungsfunktion, - Hilbert-Transformation, - Abtasttheorem, - lineare zeitdiskrete Systeme und z-Übertragungsfunktion.

Ziele

Die Absolventen sind in der Lage, lineare dynamische Systeme im Zeit- und Frequenzbereich umfassend zu beschreiben und zu analysieren und diese Methoden anzuwenden.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
--

Schriftliche Klausur (90 min)

Literatur

[1] R. Unbehauen: Systemtheorie. Oldenbourg-Verlag, 5. Aufl. 1990

Modulname
Thermodynamik 1
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. rer. nat. Burak Atakan
Lehrende
Prof. Dr. rer. nat. Burak Atakan

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Thermodynamik 1	3 (WS)	5 (VÜ)	75 (P) + 75 (E) = 150	5
Summe			5	150	5

Beschreibung
Das Modul besteht aus einer Lehrveranstaltung mit Vorlesung und Übung. 1. Einführung / Motivation 2. Konzepte, Definitionen, Einheiten 3. Eigenschaften reiner Fluide 4. Energieübertragung: Arbeit & Wärme 5. Der erste Hauptsatz der Thermodynamik 6. Energiebilanzen für Kontrollräume 7. Der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik 8. Entropie 9. Entropiebilanzen offener Systeme 10. Dampfkraftprozesse, Wärmepumpen, Kältemaschinen.

Ziele
Die Studierenden lernen zunächst die grundlegenden Begriffe, Gesetzmäßigkeiten (Hauptsätze) und einfache Stoffmodelle für Reinstoffe kennen und können diese anwenden. Die Studierenden können geeignete Systeme wählen, Energieformen sicher identifizieren und Stoffmodelle rationell auswählen. Probleme werden durch eine systematische Anwendung von Massen-, Energie- und Entropiebilanzen und geeigneter Vereinfachungen gelöst. Im weiteren Verlauf könne die Studierenden die Gesetzmäßigkeiten auf technisch relevante aber idealisierte energietechnische Prozesse von Reinstoffen anwenden. Durch die Übungen können die Studierenden die Thermodynamik zur Lösung von verschiedenen Problemen selbstständig anwenden.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt. In der Regel eine Klausur von 120 min.

Literatur
[1] R.E. Sonntag, C. Borgnakke, G.J. van Wylen, Fundamentals of Thermodynamics, 5.Aufl., John Wiley & Sons
[2] M.J. Moran, H.N. Shapiro, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, 3. Aufl., John Wiley & Sons
[3] H.D. Baehr, Thermodynamik. Grundlagen und technische Anwendungen, 10.Aufl. Springer, Berlin
[4] P. Stephan, K. Mayinger, Thermodynamik I. Einstoffsysteme. Grundlagen und technische Anwendungen, Springer, Berlin .

Modulname
Thermodynamik 2 Nano
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. Tina Kasper
Lehrende
Prof. Dr. Tina Kasper

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
2	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Thermodynamik 2 Nano	4 (SS)	3 (VÜ)	45 (P) + 105 (E) = 150	5
Summe			3	150	5

Beschreibung
Das Modul besteht aus einer Lehrveranstaltung mit Vorlesung und Übung. Die Vorlesung baut auf den im ersten Teil behandelten Grundlagen auf. Es findet jedoch eine kurze Wiederholung der Grundbegriffe (Systemdefinitionen, Phasen, Arbeit, Wärme, Enthalpie und Entropie) statt, bevor die Grundlagen auf (idealisierte) technische Prozesse angewendet werden. Inhalt: Wiederholung des ersten Teils Das Exergiekonzept Kreisprozesse (Arbeits- und Kälteprozesse mit Gasen) Ideale Mischungen Chemische Relationen (Maxwell-R. Clapeyron Gleichung etc.) Thermodynamik chemischer Reaktionen Chemische Gleichgewichte Konzepte der Elektrochemie Eine Einführung in die Wärmeübertragung am Beispiel von chemischen Reaktoren Kapillar- und Oberflächeneffekte Eine Einführung in die Grundlagen der statistischen Thermodynamik
Ziele
Bei erfolgreicher Teilnahme an dieser Veranstaltung haben die Studierende ein gutes Verständnis folgender Gebiete der Thermodynamik und können diesen auf entsprechende Problemstellungen anwenden: Entropie - Die Studenten kennen die Definition der Entropie und den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik. Sie sind in der Lage die Entropiebilanz eines Prozesses zu verstehen. Exergie - Die Studenten sind mit dem Konzept der Exergie zur Bewertung thermodynamischer Prozesse vertraut. Kreisprozesse – Die Studenten haben einen Einblick in technische Kreisprozesse bekommen. Ideale Mischungen – Die Studenten kennen die thermodynamischen Gesetze zur Beschreibung idealer Mischungen von Gasen und Flüssigkeiten. Zusammenhänge thermodynamischer Größen – Die Studenten haben den Umgang mit mathematischen Beziehungen für Zustandsgrößen geübt, kennen die Maxwell Relationen und den Begriffs des chemischen Potentials. Chemische Reaktionen und Gleichgewichte – Die Studenten verstehen den Begriff der Reaktionsenthalpie und können beschreiben, wie die Lage von chemischen Gleichgewichten durch Druck und Temperatur verschoben werden. Wärmeübertragung- Die Grundlagen des Wärmetransports sind bekannt und können auf einfache Probleme angewendet werden. Elektrochemie – Die Studenten sind mit den Grundlagen elektrochemischer Reaktionen vertraut. Statistische Thermodynamik - Die Studenten haben einen Einblick in die Grundlagen der statistischen Thermodynamik bekommen.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote

Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.

Literatur

- [1] R.E. Sonntag, C. Borgnakke, G. J. Van Wylen, Fundamentals of Thermodynamics, 6.Aufl., 2003, John Wiley & Sons .
- [2] M.J. Moran, H. N. Shapiro, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, 5. Aufl., 2003, John Wiley & Sons .
- [3] S.I. Sandler, Chemical and Engineering Thermodynamics, 3.Aufl. 2006, John Wiley & Sons
- [4] P.W. Atkins, Physical Chemistry, 1998, Oxford University Press

Modulname
Verbrennungslehre

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Christof Schulz

Lehrende

Prof. Dr. Christof Schulz

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
3	1	Wahlpflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
Keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Verbrennungslehre	5 (WS)	3 (VÜ)	45 (P) + 75 (E) = 120	4
Summe			3	120	4

Beschreibung

Verbrennungsprozesse sind typische Hochtemperaturreaktionsvorgänge wie sie in zahlreichen technischen Anlagen, zum Beispiel im Zusammenhang mit der Energiegewinnung und der Materialsynthese eingesetzt werden. Zum Verständnis derartiger Prozesse wird die chemische Thermodynamik und die chemische Kinetik herangezogen. Darüber hinaus ist die Interaktion zwischen Reaktion und Strömung in Gasphasenprozessen mit großem Energieumsatz von großer Bedeutung. Hochtemperaturreaktionen erfordern das Verstehen von Radikalreaktionen und Reaktionsmechanismen. 1 Einleitung 2 Ergebnisse der chemischen Thermodynamik 3 Kinetik homogener und heterogener Reaktionen 4 Allgemeine Flammerscheinungen und verbrennungstechnische Kenngrößen 5 Theoretische Beschreibung von reaktiven Strömungen 6 Verbrennungswellen in homogenen, vorgemischten Gasen

Lernziele

Die Studierenden sind in der Lage die thermodynamischen und kinetischen Aspekte von Gasphasenreaktionen bei hohen Temperaturen, insbesondere von Verbrennungsreaktionen, zu erklären und zu bewerten.

Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
--

Klausur, Dauer: 90 Minuten. Sprache entweder Deutsch oder Englisch

Literatur

Grundlagen (Thermodynamik, Kinetik): Lehrbücher der Physikalischen Chemie, z.B.

[1] P.W. Atkins, Physikalische Chemie, VCH

Verbrennung

[2] J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble, Verbrennung, Springer, 2001

Modulname
Verfahren und Anlagen der Nanotechnologie
Modulverantwortlicher
Prof. Dr. rer. nat. Markus Winterer
Lehrende
Prof. Dr. rer. nat. Markus Winterer

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
1	1	Pflichtmodul	deutsch

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	keine

Nr.	Veranstaltungen	Semester	SWS	Arbeitsaufwand in h	ECTS-Credits
1	Verfahren und Anlagen der Nanotechnologie	2 (SS)	4 (VÜ)	45 (P) + 90 (E) = 135	5
Summe			4	135	5

Beschreibung
Das Modul besteht aus einer Lehrveranstaltung mit Vorlesung und Übung. Ausgehend von den physikalisch-chemischen Grundlagen werden Verfahren und Anlagen der Nanotechnologie vorgestellt. Die Einteilung erfolgt nach dem Aggregatzustand der wichtigsten beteiligten Phase. Der Schwerpunkt liegt bei Gasphasenverfahren und Transportprozessen. Dabei wird von einfachen, aber grundlegenden Modellen zur Beschreibung der Materie ausgegangen (z.B. dem idealen Gasgesetz) und daraus die wichtigsten mathematischen Beschreibungen entsprechender Verfahren und Anlagen der Nanotechnologie (z.B. Molekularstrahlepitaxie) entwickelt. Themen sind: 0 Einführung Überblick, Konzept der Grundoperationen, Bilanzierung und Stoffmenge 1 Gase 1.1 Kinetische Gastheorie - Vakuum 1.2 Transportprozesse in Gasen 1.3 Vakuumtechnik – Grundoperation Vakuumherzeugung 1.4 Physikalische und Chemische Umwandlung von Gasen in kondensierte Materie (MBE, CVD) 2 Flüssigkeiten 2.1 Flüssigkeitsmodell 2.2 Transportprozesse in Flüssigkeiten 2.3 Fluidodynamik 2.4 Schichtherstellung aus der flüssigen Phase (Spincoating) (Festkörper werden nicht behandelt)
Ziele
Die Studierenden kennen wichtige Verfahren und Anlagen der Nanotechnologie und können die physikalisch-chemischen Grundlagen und entsprechende Prozesse mit einfachen mathematischen Modellen beschreiben.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Schriftliche Klausur (120 min).
Literatur
Grundlagen [1] P.W. Atkins, Physical Chemistry, Oxford University Press [2] M. Jakubith, Grundoperationen und Chemische Reaktionstechnik, VCH

Vakuumtechnik

[3] M. Wutz, H. Adam und W. Walcher, Theorie und Praxis der Vakuumtechnik, Vieweg 2006

Vertiefung - Partikel und Schichten

[4] M. Ohring, Materials Science of Thin Films – Deposition and Structure, Academic Press 2002

[5] T.T. Kostas and Mark Hampden-Smith, Aerosol Processing of Materials, Wiley 1999

Vertiefung - Nanotechnologie

[6] R. Waser (ed.), Nanoelectronics and Information Technology, Wiley-VCH 2003

Vertiefung - Verfahrenstechnik

[7] H.H. Lee, Fundamentals of Microelectronics Processing, McGraw-Hill Publishing Company 1990

[8] S. Middleman and A. K. Hochberg, Process Engineering Analysis in Semiconductor Device Fabrication, McGraw-Hill, Inc. 1993

Modulname
Wahlpflichtbereich Bachelor
Modulverantwortlicher
Dr.-Ing. Wolfgang Martin
Lehrende
Verschiedene Dozenten und Dozentinnen der Fakultäten für Ingenieurwissenschaften, Physik und Chemie

Studienjahr	Dauer	Modultyp	Sprache
3	2	Wahlpflichtmodul	Wird von der jeweiligen Dozentin bzw. vom jeweiligen Dozenten vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

Voraussetzungen laut PO	Empfohlene Voraussetzungen
keine	Fachliche Vorkenntnisse abhängig vom gewählten Wahlpflichtfach. Grundlagen aus den ersten beiden Studienjahren werden zumeist vorausgesetzt.

Nr.	Veranstaltungen	Semester*)	SWS*)	Arbeitsaufwand in h*)	ECTS-Credits*)
1	Technischer Wahlkatalog Nano Bachelor W	3 (WS)			3
2	Technischer Wahlkatalog Nano Bachelor S	6 (SS)			3
3	Technischer Wahlkatalog Nano Bachelor S	6 (SS)			3
Summe					9

Beschreibung
Im technischen Wahlpflichtbereich des Bachelor-Studiengangs NanoEngineering sind insgesamt 9 Credits aus dem Katalog B-TWP zu erbringen. Der Katalog ist in der Veranstaltungsdatenbank aufgeteilt in zwei Teilkataloge, nämlich B-TWP W (im WS angebotene Fächer) und B-TWP S (im SS angebotene Fächer).
Ziele
Die konkreten Ziele sind abhängig von den gewählten Fächern. Zweck ist eine Vertiefung von Kenntnissen und Methoden auf dem gewählten Gebiet.
Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote
Laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen

Literatur

Wird von den jeweiligen Dozenten bzw. Dozentinnen zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

*) im technischen Wahlpflichtbereich (formal mehrere Module) insgesamt 9 ECTS-Credits nach den Vorgaben der Liste B-TWP (Fächerzahl und Semesterzuordnung sind irrelevant)