

**Prüfungsordnung für den konsekutiven Bachelor- und Masterstudiengang Physik des Fachbereiches  
Naturwissenschaften der Universität Kassel vom 25. April 2007**

**Inhalt**

**I. Gemeinsame Bestimmungen**

- § 1 Geltungsbereich
- § 2 Akademische Grade; Profiltyp
- § 3 Regelstudienzeit, Umfang des Studiums, Studienbeginn
- § 4 Prüfungsausschuss
- § 5 Prüfungsleistungen, Modulprüfungen, Wiederholungen

**II. Bachelorabschluss**

- § 6 Prüfungsteile des Bachelorabschlusses
- § 7 Praxismodul
- § 8 Bachelorarbeit, Kolloquium
- § 9 Bildung und Gewichtung der Note

**III. Masterabschluss**

- § 10 Zulassungsvoraussetzungen zum Masterstudium
- § 11 Prüfungsteile des Masterabschlusses
- § 12 Masterarbeit, Kolloquium
- § 13 Bildung und Gewichtung der Note

**IV. Übergangs- und Schlussbestimmungen**

- § 14 Übergangsbestimmungen
- § 15 In-Kraft-Treten, Außer-Kraft-Treten

**Anlagen**

## **I. Gemeinsame Bestimmungen**

### **§ 1 Geltungsbereich**

Die Prüfungsordnung des Fachbereichs Naturwissenschaften für den konsekutiven Bachelor- und Masterstudiengang Physik enthält ergänzende Regelungen zu den Allgemeinen Bestimmungen für Prüfungsordnungen der Studiengänge mit den Abschlüssen Bachelor und Master (AB Bachelor/Master) der Universität Kassel in der jeweils geltenden Fassung.

### **§ 2 Akademische Grade, Profiltyp**

- (1) Aufgrund der bestandenen Prüfung wird der akademische Grad „Bachelor of Science“ (B.Sc.), bzw. „Master of Science“ (M.Sc.) durch den Fachbereich Naturwissenschaften verliehen.
- (2) Der Masterstudiengang Physik ist vom Profiltyp als forschungsorientierter Studiengang konzipiert. Näheres ergibt sich aus dem Diploma-Supplement.

### **§ 3 Regelstudienzeit, Umfang des Studiums, Studienbeginn**

- (1) Die Regelstudienzeit für das Bachelorstudium beträgt einschließlich eines Praktikums und der Bachelorarbeit sechs Semester.
- (2) Die Regelstudienzeit für das Masterstudium beträgt einschließlich Masterarbeit und Masterkolloquium vier Semester.
- (3) Im Bachelorstudium müssen 180 Credits erlangt werden, davon 12 Credits für die Bachelorarbeit.
- (4) Im Masterstudium müssen 120 Credits erlangt werden, davon 30 Credits für das Abschlussmodul bestehend aus Masterarbeit und Masterkolloquium.
- (5) Das Bachelorstudium kann nur zum Wintersemester begonnen werden, das Masterstudium kann zum Sommer und Wintersemester begonnen werden.

### **§ 4 Prüfungsausschuss**

- (1) Die Entscheidungen in Prüfungsangelegenheiten trifft der Prüfungsausschuss Physik.
- (2) Dem Prüfungsausschuss gehören an
  - a) drei Professorinnen oder Professoren,
  - b) eine wissenschaftliche Mitarbeiterin oder ein wissenschaftlicher Mitarbeiter,
  - c) eine Studierende oder ein Studierender des Bachelor-/Masterstudiengangs.

### **§ 5 Prüfungsleistungen, Modulprüfungen, Wiederholungen**

- (1) Als Prüfungsleistungen kommen in Frage
  - schriftliche Prüfung (30 bis 180 Minuten),
  - mündliche Prüfung (15 bis 60 Minuten),
  - Seminarvortrag
  - Praktikumsbericht.Näheres regelt das Modulhandbuch.

- (2) Die Modulprüfung ist bestanden, wenn alle Modulteilprüfungsleistungen mit mindestens „ausreichend“ bewertet werden.
- (3) Besteht eine Modulprüfung aus mehreren Modulteilprüfungsleistungen, so können die mit „nicht ausreichend“ bewerteten Teilprüfungsleistungen zweimal wiederholt werden.
- (4) Modulprüfungsleistungen können im Einvernehmen mit den Prüfern bzw. den Prüferinnen in englischer oder in einer anderen Sprache erbracht werden.

## II . Bachelorabschluss

### § 6 Prüfungsteile des Bachelorabschlusses

(1) Der Bachelorabschluss besteht aus den Modulprüfungen der Pflichtmodule gem. Abs. (2) im Umfang von 147 Credits plus der Bachelorarbeit mit 12 Credits und den Wahlpflichtmodulen gem. Abs. (3) mit 21 Credits.

(2) Folgende Pflichtmodule im Umfang von 159 Credits sind zu erbringen:

P 1	Experimentalphysik I	7 c
P 2	Rechenmethoden der Physik I	4 c
P 3	Grundlagen der Analysis	18 c
P 4	Allgemeine Chemie	8 c
P 5	Anfängerpraktikum Teil A	6 c
P 6	Experimentalphysik II	7 c
P 7	Theoretische Mechanik	6 c
P 8	Modulübergreifende Prüfung „Klassische Experimentalphysik“	4 c
P 9	Experimentalphysik III	4 c
P 10	Theoretische Elektrodynamik	6 c
P 11	Lineare Algebra I	9 c
P 12	Anfängerpraktikum Teil B	6 c
P 13	Modulübergreifende Prüfung „Theorie klassischer Teilchen und Felder“	4 c
P 14	Experimentalphysik IV	4 c
P 15	Theoretische Quantenmechanik	6 c
P 16	Anfängerpraktikum Teil C	6 c
P 17	Vertiefung Analysis	5 c
P 18	Experimentalphysik V	4 c
P 19	Thermodynamik und Statistische Physik	6 c
P 20	Fortgeschrittenenpraktikum BA	12 c
P 21	Physikalisches Seminar	4 c
P 22	Modulübergreifende Prüfung „Theoretische Physik II“	4 c
P 23	Modulübergreifende Prüfung „Moderne Experimentalphysik“	4 c
P 24	Bachelorarbeit	12 c
P 25	Seminar zur Bachelorarbeit	3 c

(3) 21 Credits sind u.a. aus folgenden Wahlpflichtmodulen zu erbringen (Anzahl der Credits der Module W6–W22 wird durch den anbietenden Fachbereich festgelegt).

W 1	Berufspraktikum	8 c
W 2	Laseranwendungen in den Naturwissenschaften	2 c
W 3	Programmierung	12 c
W 4	Angewandte Computerorientierte Mathematik	15 c
W 5	Anorganische Chemie I	5 c
W 6	Physikalische Chemie I	
W 7	Physikalische Chemie II	
W 8	Nanostrukturen aus chemischer Sicht I	
W 9	Elektrische Messtechnik	
W 10	Elektronische Bauelemente	
W 11	Werkstoffe der Elektrotechnik	
W 12	Digitaltechnik I	
W 13	Digitaltechnik II	
W 14	Optoelektronik I	
W 15	Diskrete Schaltungstechnik	
W 16	Grundlagen Regelungstechnik.	
W 17	Biochemie I	
W 18	Genetik	
W 19	Zellbiologie	
W 20	Biochemie II	
W 21	Nanostrukturen aus biologische Sicht I	
W 22	Nanostrukturen aus biologische Sicht II	

### § 7 Praxismodul

(1) Das Praxismodul umfasst das Modul P 20 „Fortgeschrittenenpraktikum BA“ und in der Regel das Modul W 1 „Berufspraktikum“ im Umfang von sechs Wochen.

(2) Für das Praxismodul werden insgesamt 20 Credits vergeben, davon 12 c für das Fortgeschrittenenpraktikum BA und 8 c für das Berufspraktikum. Zu dem Berufspraktikum ist einem vom Prüfungsausschuss zu benennenden Prüfer ein Praxisbericht vorzulegen, der die gewonnenen Erfahrungen wiedergibt. Der Praxisbericht wird mit „bestanden“ oder „nicht bestanden“ bewertet.

### § 8 Bachelorarbeit, Seminarvortrag

(1) Das Thema der Bachelorarbeit wird frühestens im fünften Semester auf Antrag ausgegeben. Das Bestehen folgender Pflicht- und Wahlpflichtmodule ist dabei nachzuweisen:

- P 1 Experimentalphysik I
- P 2 Rechenmethoden der Physik
- P 3 Grundlagen der Analysis
- P 4 Allgemeine Chemie
- P 5 Anfängerpraktikum Teil A
- P 6 Experimentalphysik II
- P 7 Theoretische Mechanik
- P 8 Modulübergreifende Prüfung „Klassische Experimentalphysik“
- P 9 Experimentalphysik III
- P 10 Theoretische Elektrodynamik
- P 11 Lineare Algebra I
- P 12 Anfängerpraktikum Teil B
- P 13 Modulübergreifende Prüfung „Theorie klassischer Teilchen und Felder“

- P 14 Experimentalphysik IV
- P 15 Theoretische Quantenmechanik
- P 16 Anfängerpraktikum Teil C
- P 17 Vertiefung Analysis
- P 18 Experimentalphysik V
- P 19 Thermodynamik und Statistische Physik
- P 22 Modulübergreifende Prüfung „Theoretische Physik II“
- P 23 Modulübergreifende Prüfung „Moderne Experimentalphysik“  
sowie mindestens 10 Credits im Wahlpflichtbereich.

(2) Die Bearbeitungszeit der Bachelorarbeit beträgt neun Wochen und beginnt mit dem Tag der Mitteilung. Das Thema der Bachelorarbeit darf nur einmal und nur innerhalb des ersten drei Wochen zurückgegeben werden.

(3) Kann der erste Abgabetermin aus Gründen, die der Kandidat oder die Kandidatin nicht zu vertreten hat nicht eingehalten werden, so wird die Abgabefrist um die Zeit der Verhinderung, längstens jedoch um vier Wochen verlängert.

(4) Die Bachelorarbeit ist fristgerecht in drei gehefteten schriftlichen Exemplaren beim Prüfungsausschuss abzugeben. Die Bachelorarbeit kann im Einvernehmen mit den Betreuern in englischer oder einer anderen Sprache erbracht werden.

(5) Die Bachelorarbeit ist im Rahmen eines Bachelorseminars in einem Seminarvortrag vorzustellen. An dem Seminarvortrag nehmen außer dem Kandidaten, der Kandidatin und weiteren Seminarteilnehmern der Erstgutachter und ein Beisitzer teil. Der Seminarvortrag soll spätestens vier Wochen nach Abgabe der Bachelorarbeit erfolgen. Die Dauer beträgt für den Seminarvortrag 30 bis maximal 45 Minuten.

### § 9 Bildung und Gewichtung der Note

(1) Bei der Berechnung der Gesamtnote der Bachelorprüfung gehen die Noten der im Folgenden angegebenen Module mit den nachfolgend angegebenen Gewichten ein

P 1	Experimentalphysik I	1 %
P 2	Rechenmethoden der Physik	1 %
P 3	Grundlagen der Analysis	5 %
P 4	Allgemeine Chemie	5 %
P 5	Anfängerpraktikum Teil A	1 %
P 6	Experimentalphysik II	1 %
P 7	Theoretische Mechanik	1 %
P 8	Modulübergreifende Prüfung „Klassische Experimentalphysik“	10 %
P 9	Experimentalphysik III	1 %
P 10	Theoretische Elektrodynamik	1 %
P 11	Lineare Algebra I	5 %
P 12	Anfängerpraktikum Teil B	1 %
P 13	Modulübergreifende Prüfung „Theorie klassischer Teilchen und Felder“	10 %
P 14	Experimentalphysik IV	1 %
P 15	Theoretische Quantenmechanik	1 %
P 16	Anfängerpraktikum Teil C	1 %
P 17	Vertiefung Analysis	5 %
P 18	Experimentalphysik V	1 %
P 19	Thermodynamik und Statistische Physik	1 %
P 20	Fortgeschrittenenpraktikum BA	1 %

P 21	Physikalisches Seminar	5 %
P 22	Modulübergreifende Prüfung „Theoretische Physik II“	10 %
P 23	Modulübergreifende Prüfung „Moderne Experimentalphysik“	10 %
P 24	Bachelorarbeit	10 %
P 25	Seminar zur Bachelorarbeit	1 %

Zusätzlich geht die Durchschnittsnote der im Wahlpflichtbereich eingebrachten Module mit einem Gewicht von 10% in die Gesamtnote ein.

### III. Masterabschluss

#### §10 Zulassung zum Masterstudium

- (1) Zum Masterstudium kann nur zugelassen werden, wer
- a) die Bachelorprüfung im Studiengang Physik der Universität Kassel bestanden hat oder
  - b) einen fachlich gleichwertigen Abschluss einer anderen Hochschule oder Fachhochschule mit einer Regelstudienzeit von mindestens sechs Semestern und 180 Credits erworben hat
  - c) mindestens die Note „Befriedigend“ nachweist und die Anforderungen gem. Abs. 2 erfüllt.
- (2) Das fachliche Profil des Studienabschlusses gem. Abs. 1 b) muss den Anforderungen des Masterstudiengangs Physik entsprechen. Zusätzlich ist eine besondere fachliche Qualifikation der Bewerberin oder des Bewerbers für das Masterstudium in Physik erforderlich.
- (3) Das Vorliegen der Voraussetzungen gemäß Absatz 2 wird in der Regel aufgrund eines Auswahlgesprächs von 30 Minuten Dauer festgestellt. Für das Auswahlgespräch bestellt der Prüfungsausschuss zwei Professorinnen oder Professoren. Auf das Auswahlgespräch kann verzichtet werden, wenn das Vorliegen der Voraussetzungen bereits aufgrund der schriftlichen Bewerbungsunterlagen durch den Prüfungsausschuss festgestellt wird.
- (4) Fehlen der Bewerberin oder dem Bewerber Voraussetzungen für die Zulassung zum Masterstudium, kann der Prüfungsausschuss die Zulassung unter der Auflage aussprechen, dass bis zur Anmeldung der Masterarbeit die fehlenden Kenntnisse durch erfolgreiches Absolvieren bestimmter Bachelor-Module aus dem Studiengang Physik im Umfang von maximal 60 Credits nachgewiesen werden.

#### § 11 Prüfungsteile des Masterabschlusses

- (1) Der Masterabschluss besteht aus den Modulprüfungen der in Absatz 2 aufgeführten Module sowie der Masterarbeit einschließlich Kolloquium gem. § 12.
- (2) Das Bestehen aller Modulprüfungen in den Pflichtmodulen im Umfang von insgesamt 77 Credits und mindesten 8 Credits aus dem Wahlpflichtbereich theoretische Physik, mindestens 8 Credits aus dem Wahlpflichtbereich Experimentalphysik und mind. 10 max. 12 Credits aus nicht-physikalischen Bereichen sind nachzuweisen:

Pflichtmodule

PM 1 Fortgeschrittenenpraktikum MA	9 c
PM 2 Experimentalphysikalisches Seminar	4 c
PM 3 Theorieseminar	4 c
PM 4 Fachliche Spezialisierung	15 c
PM 5 Methodenkenntnis und Projektplanung	15 c
PM 6 Masterarbeit mit Kolloquium	30 c

Wahlpflichtmodule theoretische Physik min. 8 c

WT 1 Theoretische Festkörperphysik	8 c
WT 2 Quantenmechanik II	8 c

Wahlpflichtmodule Experimentalphysik min. 8 c

WE 1 Laserphysik und nichtlineare Optik	6 c
WE 2 Angewandte Halbleiterphysik	6 c
WE 3 Halbleiterlaser	6 c
WE 4 Ultrakurze Laserpulse und ihre Anwendung	3 c
WE 5 Dünnschichtphysik und Physik mit Synchrotronstrahlung	3 c
WE 6 Oberflächenphysik	3 c
WE 7 Astrophysik/Astronomie	6c

Nicht-physikalische Module 10–12 c

Es können Module aus den Bereichen Mathematik, physikalische Chemie, Elektrotechnik, Maschinenbau, Chemie, Biologie und Wirtschaftswissenschaften gewählt werden.

**§ 12 Masterarbeit, Kolloquium**

(1) Masterarbeit und Masterkolloquium bilden das Abschlussmodul. Für dieses Modul werden 30 Credits vergeben.

(2) Das Thema der Masterarbeit wird frühestens nach Abschluss der Module „Fachliche Spezialisierung“ und „Methodenkenntnis und Projektplanung“ auf Antrag ausgegeben. Das Thema der Masterarbeit baut inhaltlich auf die Module „Fachliche Spezialisierung“ und „Methodenkenntnis und Projektplanung“ auf. Die Bearbeitungszeit der Masterarbeit beträgt sechs Monate und beginnt mit dem Tag der Mitteilung des Themas.

(3) Das Thema der Masterarbeit kann nur einmal und nur innerhalb des ersten Drittels der Bearbeitungszeit zurückgegeben werden.

(4) Kann der erste Abgabetermin aus Gründen, die der Kandidat oder die Kandidatin nicht zu vertreten hat nicht eingehalten werden, so wird die Abgabefrist um die Zeit der Verhinderung, längstens jedoch um drei Monate verlängert.

(5) Die Masterarbeit ist fristgerecht in drei gehefteten schriftlichen Exemplaren beim Prüfungsausschuss abzugeben. Die Masterarbeit kann im Einvernehmen mit den Betreuern in englischer oder einer anderen Sprache erbracht werden.

(6) Die Masterarbeit ist im Rahmen eines Abschluss-Kolloquiums vorzustellen. An dem Kolloquium nehmen außer dem Kandidaten, der Kandidatin und weiteren Studierenden des Studiengangs Erstgutachter und ein Beisitzer teil. Das Kolloquium soll frühestens vier Monate nach Beginn der Masterarbeit und spätestens zwei Monate nach Abgabe der Masterarbeit erfolgen. Die Dauer beträgt für das Kolloquium maximal 60 Minuten.

### § 13 Bildung und Gewichtung der Note

Bei der Berechnung der Gesamtnote der Masterprüfung gehen die Noten aller eingebrachter Module mit einem Gewicht entsprechend ihrer Anzahl von Credits ein.

PM 1 Fortgeschrittenen-Praktikum MA	9/120
PM 2 Experimentalphysikalisches Seminar	4/120
PM 3 Theorieseminar	4/120
Fachliche Spezialisierung	15/120
Methodenkenntnis und Projektplanung	15/120
Masterarbeit	30/120
Wahlpflichtmodule entsprechend	

## IV. Übergangs- und Schlussbestimmungen

### § 14 Übergangsbestimmungen

(1) Diese Prüfungsordnung gilt für alle Studierenden, die nach dem Inkrafttreten das Studium im Bachelor- oder Masterstudiengang Physik der Universität Kassel aufnehmen.

(2) Studierende, die vor dem Inkrafttreten dieser Prüfungsordnung das Studium im Diplomstudiengang Physik der Universität Kassel aufgenommen und das Diplom noch nicht abgeschlossen haben, werden während einer Übergangsfrist bis zum 31. März 2015 nach der bisher gültigen Diplomprüfungsordnung geprüft.

(3) Auf Antrag werden die Studierenden nach dieser Prüfungsordnung geprüft. Der Prüfungsausschuss entscheidet über die Anrechnung äquivalenter studienbegleitender Prüfungsleistungen nach der auslaufenden Prüfungsordnung.

### § 15 In-Kraft-Treten, Außer-Kraft-Treten

(1) Diese Prüfungsordnung tritt am Tag nach ihrer Veröffentlichung im Mitteilungsblatt der Universität Kassel in Kraft.

(2) Die Prüfungsordnung für den Diplomstudiengang Physik der Universität Kassel vom 23. Mai 1984 i.d.F. vom 23. Januar 1985, zuletzt geändert am 28. Oktober 1992 tritt mit Ablauf des 31. März 2015 außer Kraft.

Kassel, den 30. Oktober 2007

Der Dekan des Fachbereichs Naturwissenschaften

Prof. Dr. Holger Wöhrmann

## Übersicht über den Bachelorstudiengang

Credits	Semester 1	Semester 2	Semester 3	Semester 4	Semester 5	Semester 6
1	Exp. Phys. I	Exp. Phys. II	Exp. Phys. III	Exp. Phys. IV	Exp. Phys. V	Wahlpflicht
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8	Grundlagen der Analysis		Theoretische Elektro-dynamik	Theoretische Quantenmechanik	Thermodynamik u. Statistische Physik	Fortgeschr.-Praktikum BA
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15	Allgemeine Chemie		Lineare Algebra I	Anfänger-Praktikum C	Fortgeschr.-Praktikum BA	Bachelor-Arbeit
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24	Anfänger-Praktikum A	Prüfung: Klassische Exp.-Physik	Prüfung: Theorie klass. Teilchen und Felder	Wahlpflicht	Prüfung: Moderne Exp.-Physik	Seminar zur Bachelor-Arbeit
25						
26						
27						
28						
29	Wahlpflicht	Wahlpflicht	Wahlpflicht	Wahlpflicht	Wahlpflicht	
30						
31						
32						
<b>Summe</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>27</b>

## Übersicht über den Masterstudiengang

Credits	Semester 1	Semester 2	Semester 3	Semester 4
1	Fortgeschrittenen Praktikum MA 9 Credits		Fachliche Spezialisierung 15 Credits	Masterarbeit mit Kolloquium 30 Credits
2				
3				
4				
5	Experimentalphys. Seminar 4 Credits	Theorieseminar 4 Credits		
6				
7				
8				
9	Wahlpflicht Experimentalphysik mindestens 8 Credits			
10				
11				
12				
13	Wahlpflicht Theoretische Physik mindestens 8 Credits			
14				
15				
16				
17	Wahlpflicht nicht-physikalisch 10-12 Credits			
18				
19				
20				
21	Wahlpflicht aus Experimentalphysik oder Theoretischer Physik frei kombinierbar			
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
<b>Summe</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

**Modulhandbuch**

für den Studiengang

**Bachelor of Science in Physik**

Fachbereich Naturwissenschaften

Universität Kassel

## Übersicht über die Module

### **Pflichtmodule:**

- P 1 Experimentalphysik I
- P 2 Rechenmethoden der Physik
- P 3 Grundlagen der Analysis
- P 4 Allgemeine Chemie
- P 5 Anfängerpraktikum Teil A
- P 6 Experimentalphysik II
- P 7 Theoretische Mechanik
- P 8 Modulübergreifende Prüfung „Klassische Experimentalphysik“
- P 9 Experimentalphysik III
- P 10 Theoretische Elektrodynamik
- P 11 Lineare Algebra I
- P 12 Anfängerpraktikum Teil B
- P 13 Modulübergreifende Prüfung „Theorie klassischer Teilchen und Felder“
- P 14 Experimentalphysik IV
- P 15 Theoretische Quantenmechanik
- P 16 Anfängerpraktikum Teil C
- P 17 Vertiefung Analysis
- P 18 Experimentalphysik V
- P 19 Thermodynamik und Statistische Physik
- P 20 Fortgeschrittenenpraktikum BA
- P 21 Physikalisches Seminar
- P 22 Modulübergreifende Prüfung „Theoretische Physik II“
- P 23 Modulübergreifende Prüfung „Moderne Experimentalphysik“
- P 24 Bachelorarbeit
- P 25 Seminar zur Bachelorarbeit

**Wahlpflichtmodule:**

Die Modulhandbuchseiten der Wahlpflichtmodule werden größtenteils von anderen Fachbereichen zur Verfügung gestellt und befinden sich zur Zeit noch in der Vorbereitung. Auf einen vollständigen Abdruck der Seiten wird hier verzichtet.

- W 1 Berufspraktikum
- W 2 Laseranwendungen in den Naturwissenschaften
- W 3 Programmierung
- W 4 Angewandte Computerorientierte Mathematik
- W 5 Anorganische Chemie I
- W 6 Physikalische Chemie I
- W 7 Physikalische Chemie II
- W 8 Nanostrukturen aus chemischer Sicht I
- W 9 Elektrische Messtechnik
- W 10 Elektronische Bauelemente
- W 11 Werkstoffe der Elektrotechnik
- W 12 Digitaltechnik I
- W 13 Digitaltechnik II
- W 14 Optoelektronik I
- W 15 Diskrete Schaltungstechnik
- W 16 Grundlagen der Regelungstechnik
- W 17 Biochemie I
- W 18 Genetik
- W 19 Zellbiologie (empfohlene Voraussetzung: Biochemie I)
- W 20 Biochemie II (empfohlene Voraussetzung: Biochemie I)
- W 21 Nanostrukturen aus biologische Sicht I (empfohlene Voraussetzung: Zellbiologie)
- W 22 Nanostrukturen aus biologische Sicht II (empfohlene Voraussetzung: Genetik)

## P 1 Experimentalphysik I

Modulbezeichnung:	Experimentalphysik I
ggf. Kürzel:	Exp. Phys. I
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung, Übung
Semester:	1. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan Physik (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozent:	Prof. Dr. R. Matzdorf
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul Lehramt L3 (Physik): Pflichtmodul Berufspädagogik (Physik): Pflichtmodul B. Sc. in Mathematik: Wahlpflichtmodul Informatik: Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 5 SWS, Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 7h x 15 = 105h, Selbststudium: 100h, Summe = 205 Stunden
Kreditpunkte:	7 Credits
Voraussetzungen:	Einschreibung in einen der Studiengänge: B.Sc. in Physik, Nanostrukturwissenschaften, Lehramt L3, Berufspädagogik, Mathematik oder Informatik
Lernziele / Kompetenzen:	Anschauliche Vorstellung der physikalischen Effekte in Mechanik und Wärmelehre entwickeln. Experimentelle Messmethoden aus Mechanik und Wärmelehre kennen. Mathematische Formulierung der physikalischen Modelle zur Beschreibung der Naturvorgänge kennen und auf einfache Fälle anwenden können. Quantitative Vorhersagen für physikalische Vorgänge berechnen können, bei denen der Ansatz für die Rechnung direkt erkennbar ist.
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit physikalischen Lehrbüchern. Erwerb der Fähigkeit abstrakte Grundprinzipien auf konkrete physikalische Fallbeispiele aus der alltäglichen Umgebung anzuwenden (Grundstein für den Erwerb von Problemlösungskompetenz). Training des logischen Denkens
Inhalt:	<b>Mechanik</b> Zeit, Länge, Geschwindigkeit, Masse, Kraft, Beschleunigung, Newtonsche Axiome, Gravitation, mehrdimensionale Bewegungen, Kraftfelder, Arbeit, Energie, Impuls und Erhaltungssätze, Leistung, Reibung, Inertialsysteme,

	<p>Dynamik starrer Körper, Kreisel, rotierende Bezugssysteme, Schwingungen (ungedämpft, gedämpft, erzwungen), deterministisches Chaos, Deformation fester Körper, ruhende Flüssigkeiten, strömende Flüssigkeiten und Gase</p> <p><b>Wärmelehre</b></p> <p>Kinetische Gastheorie, Temperaturmessung, Boltzmannverteilung, Wärmekapazität, Hauptsätze der Thermodynamik, Wärmekraftmaschinen, Entropie, Wärmeleitung, Diffusion, Phasenübergänge, reale Gase, Erzeugung tiefer Temperaturen, Wärmestrahlung</p>
Studienleistung	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistung	<p>Klausur (2–3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)</p> <p>Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.</p>
Medienformen:	Live-Experimente, Powerpoint-Präsentation, Tafel, Folienkopien als Skript
Literatur:	<p>Demtröder, Experimentalphysik I, Springer</p> <p>Tipler, Physik, Spektrum</p> <p>Gerthsen, Physik, Springer</p> <p>Bergmann-Schäfer, Mechanik, Relativität, Wärme, de Gruyter</p>

### P 2 Rechenmethoden der Physik

Modulbezeichnung:	Rechenmethoden der Physik
ggf. Kürzel:	Rechenmethoden
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung
Semester:	1. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan Physik (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozent:	Prof. Dr. G. Pastor, Prof. Dr. M. Garcia, Prof. Dr. M. Lein im Wechsel
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul Lehramt L3 (Physik): Pflichtmodul Lehramt L2 (Physik): Wahlpflichtmodul Berufspädagogik (Physik): Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 4h x 15 = 60h, Selbststudium: 60h, Summe = 120 Stunden
Kreditpunkte:	4 Credits
Voraussetzungen:	Einschreibung in einen der Studiengänge: B.Sc. in Physik, Lehramt L3, Lehramt L2
Lernziele / Kompetenzen:	Praktischer Umgang mit mathematischen Methoden, die in der Physik zum Einsatz kommen.  Lösung konkreter Aufgaben durch Einsatz geeigneter mathematischer Techniken.
Inhalt:	Differentialrechnung, Integralrechnung Potenzreihen, Taylorentwicklung Komplexe Zahlen, Funktionen komplexer Variablen Vektoralgebra Matrizen, Eigenvektoren Koordinatensysteme einfache Differentialgleichungen
Studien-, Prüfungsleistungen:	Prüfungsleistung: Klausur (2–3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)  Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien
Literatur:	S. Großmann, Mathematischer Einführungskurs für die Physik Bronstein, Taschenbuch der Mathematik, Harry Deutsch

## P 3 Grundlagen der Analysis

Modulbezeichnung:	Grundlagen der Analysis
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung und Übung Analysis I Vorlesung und Übung Analysis II
Semester:	1. und 2. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan Mathematik
Dozent:	Prof. Dr. W. Varnhorn, Prof. Dr. M. Specovius-Neugebauer
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul B. Sc. in Mathematik: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 8 SWS, Übung 4 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 180h, Selbststudium: 360h, Summe = 540 Stunden
Kreditpunkte:	18 Credits
Voraussetzungen:	
Lernziele / Kompetenzen:	Problemlösekompetenz und Überblickswissen in den Grundlagen der Infinitesimalrechnung  Verstehen und eigenes Formulieren einfacher Beweise  Selbständiges Erarbeiten (einfacher) unbekannter mathematischer Sachverhalte und Algorithmen  Fähigkeit, geeignete Software (Computeralgebrasysteme, Programmiersprachen, Tabellenkalkulationssysteme) in ersten Algorithmen und bei der Lösung komplexerer Aufgaben aus dem Grundbereich Analysis anzuwenden
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Fähigkeit zum logischen Denken und Argumentieren  Durchhaltevermögen
Inhalt:	Reelle und komplexe Zahlen, vollständige Induktion, Konvergenz (in metrischen Räumen), Stetigkeit, Elementare Funktionen (auf $\mathbb{C}$ ), Reelle Differential- und Integralrechnung in einer und mehreren Dimensionen, Wege und Kurven, Gradientenfelder und Potentiale, Integralsätze, Lösen nichtlinearer Gleichungen, Elemente der Topologie (in metrischen bzw. Banachräumen): Konvergenz, Kompaktheit, Zusammenhang.
Studien-, Prüfungsleistungen:	Regelmäßige Bearbeitung von Übungsaufgaben; (der Dozent kann für einzelne Lehrveranstaltungen zusätzliche Kriterien festlegen, wie z.B.

	Klausuren) 2 Modulteilprüfungen: Je zwei sequentielle Prüfungen (Klausur oder mündliche Prüfung), von denen die bessere gewertet wird.
Medienformen:	
Literatur:	Forster: Analysis I + II; Burg, Haf, Wille: Höhere Mathematik für Ingenieure I (Analysis); Heuser: Analysis I; Amann, Escher: Analysis I K. Königsberger: Analysis II W. Rudin: Analysis

## P 4 Allgemeine Chemie

Modulbezeichnung:	Allgemeine Chemie
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung, Übung, Praktikum
Semester:	1. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan Chemie (Prof. Dr. J. Salbeck)
Dozent:	Prof. Dr. U. Siemeling
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS, Praktikum mit Seminar 3 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 7h x 15 = 105h, Selbststudium: 135h, Summe = 240 Stunden
Kreditpunkte:	8 Credits
Voraussetzungen:	
Lernziele / Kompetenzen:	<p>Erwerb grundlegender Kenntnisse der Allgemeinen, Anorganischen, und Physikalischen Chemie.</p> <p>Zu erlangende Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertrautheit mit und kritische Würdigung der Vorgehensweise und gedanklichen Struktur einer experimentellen Naturwissenschaft</li> <li>- Verständnis für einfache chemische Zusammenhänge durch Anwendung grundlegender Prinzipien und Konzepte</li> <li>- Fähigkeit zum realitätsbezogenen fachlichen Problemlösen, insbesondere im Hinblick auf Physik-relevante chemische Fragestellungen</li> <li>- Fähigkeit zum selbständigen Erwerb relevanten enzyklopädischen Wissens auf der Basis stofflicher Grundkenntnisse im situativen Kontext</li> <li>- Fähigkeit zur korrekten fachspezifischen Artikulation</li> <li>- Praktisch-handwerkliche Fertigkeiten im Kontext einer experimentellen Naturwissenschaft (sicheres und sauberes Hantieren mit Arbeitsgeräten und Gefahrstoffen im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen)</li> </ul>
Inhalt:	Lehrinhalte rekrutieren sich aus den Bereichen Atombau, chemische Bindung, Zustandsformen der Materie, Thermodynamik, Kinetik, chemisches Gleichgewicht, Säuren und Basen, Oxidation und Reduktion; dazu kommen Grundzüge der Chemie von Metallen und Nichtmetallen.
Studien-, Prüfungsleistungen:	Klausur (ca. einstündig)

Medienformen:	
Literatur:	Atkins, Beran: Chemie – einfach alles, 2. Aufl., VCH, Weinheim, 1996 Christen, Meyer: Grundlagen der allgemeinen und anorganischen Chemie, Salle + Sauerländer, Frankfurt, 1997 Mortimer: Chemie, 8. Aufl., Thieme, Stuttgart, 2003 Riedel: Allgemeine und Anorganische Chemie, de Gruyter, Berlin, 2004

## P 5 Anfängerpraktikum Teil A

Modulbezeichnung:	Anfängerpraktikum Teil A
ggf. Kürzel:	A-Praktikum
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	1. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan Physik (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozenten:	Prof. Dr. R. Matzdorf und Dr. U. Kürpick
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul Lehramt L3 (Physik): Pflichtmodul Berufspädagogik: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Praktikum 3 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 3h x 12 = 36h, Selbststudium: 144h, Summe = 180 Stunden
Kreditpunkte:	6 Credits (davon 3 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	Schulwissen in Mathematik und Physik, Kenntnisse aus Experimentalphysik I
Lernziele / Kompetenzen:	Durchführung wissenschaftlicher Experimente erlernen. Protokollierung der Messergebnisse erlernen. Auswertung von Messwerten, Berechnung physikalischer Größen aus den Messwerten und Berechnung des Fehlers für die Messergebnisse erlernen. Kenntnis der Vorgehensweise bei systematischer Planung, Durchführung Protokollierung und Auswertung von physikalischen Messungen.
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Erlernen des sicheren und kompetenten Umgangs mit physikalischen Messgeräten. Fähigkeit zur Reflexion der Aussagekraft experimenteller Ergebnisse. Teamfähigkeit Erwerb der Fähigkeit zur Dokumentation von Experimenten und deren Ergebnissen. Erlernen der schriftlichen Präsentation eigener Ergebnisse unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten.
Inhalt:	Einfache Experimente aus Mechanik und Wärmelehre. Dazu gehören beispielsweise: Lineare Schwingungen Fadenpendel Drehpendel/Torsionsmodul Erzwungene Schwingungen Gekoppelte Pendel Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärmekapazität Gasthermometer

	Präzisionsmessung der Gaskonstanten R Drosselung realer Gase Messung der Wärmeausdehnung mit Laserinterferometer Zähigkeit von Flüssigkeiten Oberflächenspannung Luftfeuchtigkeit Temperaturmessung
Studienleistung	Durchführung und schriftliche Auswertung von 12 Versuchen, Mündliche Befragung zu jedem Versuch durch Versuchsbetreuer
Prüfungsleistung	Klausur (1–2 Stunden) oder mündliche Prüfung (15–30 min) Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.
Medienformen:	Experimentieren unter Anleitung, individuelle Betreuung, schriftliche Versuchsanleitungen
Literatur:	Walcher, Praktikum der Physik Zusätzliche Literaturangaben werden in den Versuchsanleitungen gegeben.

## P 6 Experimentalphysik II

Modulbezeichnung:	Experimentalphysik II
ggf. Kürzel:	Exp. Phys. II
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung, Übung
Semester:	2. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan Physik (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozent:	Prof. Dr. R. Matzdorf
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul Lehramt L3 (Physik): Pflichtmodul Berufspädagogik (Physik): Pflichtmodul B. Sc. in Mathematik: Wahlpflichtmodul Informatik: Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 5 SWS, Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 7h x 15 = 105h, Selbststudium: 100h, Summe = 205 Stunden
Kreditpunkte:	7 Credits
Voraussetzungen:	Einschreibung in einen der Studiengänge: B.Sc. in Physik, Nanostrukturwissenschaften, Lehramt L3, Berufspädagogik, Mathematik oder Informatik
Lernziele / Kompetenzen:	Anschauliche Vorstellung der physikalischen Effekte in Elektrostatik, Elektrodynamik und Optik entwickeln.  Experimentelle Messmethoden aus diesen Bereichen kennen.  Mathematische Formulierung der physikalischen Modelle zur Beschreibung der Naturvorgänge kennen und auf einfache Fälle anwenden können.  Quantitative Vorhersagen für physikalische Vorgänge berechnen können, bei denen der Ansatz für die Rechnung direkt erkennbar ist.
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit physikalischen Lehrbüchern.  Erwerb der Fähigkeit abstrakte Grundprinzipien auf konkrete physikalische Fallbeispiele aus der alltäglichen Umgebung anzuwenden (Grundstein für den Erwerb von Problemlösungskompetenz).  Training des logischen Denkens
Inhalt:	<b>Elektrostatik</b> Ladung, elektrisches Feld, Potential, Influenz, Dielektrika, Kondensatoren,  <b>Elektrodynamik</b> elektrischer Strom, Ohmsches Gesetz, Kirchhoffsche Regeln, bewegte

	<p>Ladungen, Magnetfelder, Magnetfeld von Strömen, Kräfte auf bewegte Ladungen, Relativitätsprinzip und elektromagnetische Felder, Materie im Magnetfeld, Induktion, Wechselströme, Schwingkreis, Maxwellsche Gleichungen, Wellen allgemein, elektromagnetische Wellen, Hertzscher Dipol</p> <p><b>Optik</b></p> <p>Elektromagnetische Wellen in Materie, Polarisation, Reflexion, Brechung, Fresnelsche Formeln, Kohärenz, Interferenz, Beugung am Spalt, Doppelspalt, Gitter, geometrische Optik, Optische Instrumente</p>
Studienleistung	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistung	<p>Prüfungsleistung: Klausur (2–3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)</p> <p>Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.</p>
Medienformen:	Live-Experimente, Powerpoint-Präsentation, Tafel, Folienkopien als Skript
Literatur:	<p>Demtröder, Experimentalphysik II, Springer</p> <p>Tipler, Physik, Spektrum</p> <p>Gerthsen, Physik, Springer</p> <p>Bergmann-Schäfer, Elektromagnetismus, de Gruyter</p>

## P 7 Theoretische Mechanik

Modulbezeichnung:	Theoretische Mechanik
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung, Übung
Semester:	2. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan Physik (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozenten:	Prof. Dr. G. Pastor, Prof. Dr. M. Garcia, Prof. Dr. M. Lein im Wechsel
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul Berufspädagogik (Physik): Pflichtmodul B. Sc. in Mathematik: Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 6h x 15 = 90h, Selbststudium: 90h, Summe = 180 Stunden
Kreditpunkte:	6 Credits
Voraussetzungen:	Einschreibung in einen der Studiengänge: B.Sc. in Physik, Berufspädagogik oder Mathematik
Lernziele / Kompetenzen:	Beherrschung des Aufbaus der klassischen Mechanik und des Zusammenhanges zwischen den Formulierungen nach Newton, Langrange und Hamilton.  Kenntnis von Existenz und Nutzen verschiedener Symmetrien und Invarianzen.  Eigenständige Ableitungen der Lösungen klassischer Bewegungsgleichungen und das Verständnis ihrer Bedeutung für Physik und Astronomie.
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Erwerb der Fähigkeit zur Kommunikation über physikalische Fragestellungen auf der Ebene einer abstrakten mathematischen Beschreibung.  Erwerb der Fähigkeit durch mathematische Schlussfolgerungen innerhalb einer abstrakten mathematischen Beschreibung, die sich einer anschaulichen Vorstellung weitgehend entzieht, Schlussfolgerungen für physikalische Probleme zu ziehen.  Erwerb der Fähigkeit aus elementaren Grundgleichungen mit abstrakten mathematischen Methoden Gleichungen herzuleiten, die als Basis zur Modellierung und Simulation nutzbar sind.
Inhalt:	Wiederholung der Newtonschen Axiome, Bewegungsgleichungen eines Massenpunktes, Begriff der Arbeit – Konservative Kräfte, Zentralkräfte, Kepler–Problem, Diskussion der Bahnformen in Abhängigkeit von Energie und Drehimpuls, Streusysteme, differentieller und totaler Streuquerschnitt, Streuung von Ladungsträgern im Coulombfeld (Rutherford–Streuung), harmonische Schwingungen, der gedämpfte harmonische Oszillator, erzwungene Schwingungen. Nichtlineare

	Schwingungen, Phasendiagramme, Bifurkationen und Chaos. Analytische Mechanik, Prinzip von d'Alambert, generalisierte Koordinaten, Hamilton-Prinzip, Lagrange-Gleichungen, Beispiele und Anwendungen. Zwangsbedingungen, Lagrange-Multiplikatoren. Symmetrien und Erhaltungssätze, dynamische Größen eines Systems im Schwerpunkts- und Relativanteil, Hamiltonsche Gleichungen, Phasenraum und Liouvillescher Satz, kanonische Transformation, Bewegungsgleichungen in beliebig gegeneinander bewegten Systemen. Starre Körper. Relativistische Mechanik: Lorentz-Transformation, Längenkontraktion, Zeitdilatation, Zwillingsparadoxon.
Studienleistung	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen,
Prüfungsleistung	Prüfungsleistung: Klausur (2-3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)  Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien, Beamer
Literatur:	Landau – Lifschitz, Lehrbuch der Theoretischen Physik Bd. I, Akademie-Verlag, Berlin  Goldstein, Klassische Mechanik, Aula-Verlag, Wiesbaden  Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Bd. 1,2, Springer, Berlin  Joos, Lehrbuch der Theoretischen Physik, Aula-Verlag  W. Greiner, Theoretische Physik, Mechanik I+II, Verlag Harry Deutsch, Frankfurt (M)

**P 8 Modulübergreifende Prüfung „Klassische Experimentalphysik“**

Modulbezeichnung:	Modulübergreifende Prüfung „Klassische Experimentalphysik“
ggf. Kürzel:	Klassische Experimentalphysik
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	2. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan Physik (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozent:	Prof. Dr. R. Matzdorf
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Selbstständiges Lernen aus Büchern und Vorlesungsmitschriften
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: keine, Selbststudium: 120 Stunden
Kreditpunkte:	4 Credits (davon 1 Credit für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	Modul Exp. Phys. I und Modul Exp. Phys. II
Lernziele / Kompetenzen:	<p>Erkennen von Gemeinsamkeiten physikalischer Effekte in Mechanik, Wärme, Elektrizität und Optik.</p> <p>Umfassendes Verständnis der physikalischen Modelle zu den o.g. Bereichen.</p> <p>Kenntnis der zu erwartenden physikalischen Abläufe bei Vorgabe eines Experimentes.</p> <p>Kenntnis der grundlegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten und ihre Anwendung auf konkrete physikalische Fragestellungen.</p>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<p>Erlernen der Fähigkeit das Wissen eigenverantwortlich zu ergänzen und zu vertiefen (Vorbereitung auf lebenslanges Lernen).</p> <p>Erwerb der Fähigkeit sich geeignete Lehrbücher für den selbstständigen übergreifenden Lernprozess zu beschaffen.</p> <p>Erwerb der Fähigkeit sich einen Überblick über innerphysikalische Zusammenhänge im Selbststudium zu erarbeiten.</p> <p>Ausbildung eigener Lern- und Arbeitstechniken.</p>
Inhalt:	<p>Mechanik</p> <p>Wärme</p> <p>Elektrostatik</p> <p>Elektrodynamik</p> <p>Optik</p>
Studien-, Prüfungsleistungen:	Prüfungsleistung: mündliche Prüfung, 30 Minuten

Medienformen:	Selbststudium, Lehrbücher, eigene Mitschriften
Literatur:	Demtröder, Experimentalphysik I, Springer Demtröder, Experimentalphysik II, Springer Tipler, Physik, Spektrum Gerthsen, Physik, Springer Bergmann-Schäfer, Mechanik, Relativität, Wärme, de Gruyter Bergmann-Schäfer, Elektromagnetismus, de Gruyter

## P 9 Experimentalphysik III

Modulbezeichnung:	Experimentalphysik III
ggf. Kürzel:	Exp. Phys. III
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung
Semester:	3. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozent:	Prof. Dr. F. Träger
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul Lehramt L3 (Physik): Pflichtmodul Lehramt L2 (Physik): Pflichtmodul Berufspädagogik (Physik): Pflichtmodul B. Sc. in Mathematik: Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 4h x 15 = 60h, Selbststudium: 60h, Summe = 120 Stunden
Kreditpunkte:	4 Credits
Voraussetzungen:	Modul Exp. Phys. I und Modul Exp. Phys. II
Lernziele / Kompetenzen:	<p>Grundlegendes Verständnis der Effekte, die durch die Relativitätstheorie beschrieben werden.</p> <p>Kenntnis der richtigen Interpretation der Relativitätstheorie.</p> <p>Kenntnis der klassischen Experimente zur Beobachtung relativistischer Effekte.</p> <p>Fähigkeit mit relativistischen Effekten argumentieren zu können.</p> <p>Erste Grundlagen der Quantenphysik und deren Einfluss auf die Struktur von Atomen und Molekülen.</p> <p>Kenntnis der Struktur von Atomkernen, möglicher Kernreaktionen und den Eigenschaften radioaktiver Strahlung.</p> <p>Kenntnis der physikalischen Grundlagen zum verantwortungsvollem Umgang mit Kernenergie und Strahlenschutz</p> <p>Kenntnis der Grundlagen und experimentellen Methoden in der Elementarteilchenphysik.</p>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<p>Gewinnung der inneren Überzeugung, dass Relativitätstheorie und Quantenmechanik die Natur richtig beschreiben, obwohl sie der Alltagserfahrung widersprechen und auf den ersten Blick Widersprüche zu enthalten scheinen.</p> <p>Auseinandersetzung mit philosophischen Fragestellungen über die Abläufe in der Natur, die sich aus Relativitätstheorie und Quantenmechanik ergeben.</p> <p>Auseinandersetzung mit gesellschaftlicher Verantwortung beim Einsatz</p>

	von Technologien (Kernenergie).
Inhalt:	<p><b>Relativität</b>  Relativitätsprinzip und Lichtgeschwindigkeit  Relativistische Kinematik  Relativistische Dynamik</p> <p><b>Quantenphysik</b>  Bohrsches Atommodell</p> <p><b>Kernphysik</b>  Der Atomkern  Radioaktivität  Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kernphysik  Kernreaktionen und Neutronen  Kernenergie  Strahlendosis und Strahlenschutz</p> <p><b>Elementarteilchenphysik</b></p>
Studien-, Prüfungsleistungen:	<p>Prüfungsleistung: Klausur (2–3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)</p> <p>Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.</p>
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien
Literatur:	<p>Ch. Gerthsen, D. Meschede: Physik, Springer</p> <p>P.A. Tipler, G. Mosca: Physik, Spektrum</p> <p>D.C. Giancoli: Physik, Pearson</p> <p>W. Demtröder, Experimentalphysik IV, Kern-, Teilchen- und Astrophysik, Springer</p> <p>H. Haken und H.C. Wolf, Atom- und Quantenphysik, Springer</p> <p>L. Bergmann, C. Schaefer, Experimentalphysik, Bd. 4, Teilchen, W. de Gruyter</p> <p>S. Gasiorowicz: Quantenphysik, Oldenbourg</p> <p>H. Günther: Starthilfe Relativitätstheorie</p>

## P 10 Theoretische Elektrodynamik

Modulbezeichnung:	Theoretische Elektrodynamik
ggf. Kürzel:	Elektrodynamik
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung, Übung
Semester:	3. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozenten:	Prof. Dr. G. Pastor, Prof. Dr. M. Garcia, Prof. Dr. M. Lein im Wechsel
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul Lehramt L3 (Physik): Wahlpflichtmodul B. Sc. in Mathematik: Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 6h x 15 = 90h, Selbststudium: 90h, Summe = 180 Stunden
Kreditpunkte:	6 Credits
Voraussetzungen:	Einschreibung in einen der Studiengänge: B.Sc. in Physik, Lehramt L3 (Physik) oder B.Sc. in Mathematik
Lernziele / Kompetenzen:	Beherrschung der Maxwellgleichungen sowie des Aufbaus der klassischen Elektrodynamik.  Kenntnisse über Grundzüge der kovarianten Formulierung.  Fähigkeit, Problemstellungen der Elektrostatik, Magnetostatik und Wellenausbreitung zu lösen sowie Symmetrieeigenschaften zu erkennen und auszunutzen.  Verständnis des Gedankengebäudes der klassischen Physik bestehend aus Mechanik und Elektrodynamik.
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Erwerb der Fähigkeit zur Kommunikation über physikalische Fragestellungen auf der Ebene einer abstrakten mathematischen Beschreibung.  Erwerb der Fähigkeit durch mathematische Schlussfolgerungen innerhalb einer abstrakten mathematischen Beschreibung, die sich einer anschaulichen Vorstellung weitgehend entzieht, Schlussfolgerungen für physikalische Probleme zu ziehen.  Erwerb der Fähigkeit aus elementaren Grundgleichungen mit abstrakten mathematischen Methoden Gleichungen herzuleiten, die als Basis zur Modellierung und Simulation nutzbar sind.
Inhalt:	<b>Elektrostatik</b>  Das Coulombsche Gesetz, die elektrische Feldstärke E, Bestimmung der Elementarladung, Gaußsches Gesetz, die elektrische Feldstärke beim Durchgang durch geladene Flächen, das Verhalten der Tangentialkomponente, der Plattenkondensator, die Energie im

	<p>elektrostatischen Feld, Potentialverteilung im Atomkern, Greensche Funktion, Multipolentwicklung für eine allgemeine Ladungsverteilung, Wechselwirkung einer ausgedehnten Ladung mit einem äußeren Feld, Wechselwirkung zweier Dipol,</p> <p><b>Mikroskopische Elektrostatik</b></p> <p>Die Polarisierung <math>P(x)</math>, die Grundgleichungen für Dielektrika, Entelektrisierung, Zusammenhang zwischen der molekularen Polarisierbarkeit und der dielektrischen Suszeptibilität,</p> <p><b>Magnetostatik</b></p> <p>Biot-Savartsches Gesetz, Amperesches Kraftgesetz, Amperesches Gesetz; Differentialgleichungen der Magnetostatik, das Vektorpotential <math>A</math>, Bewegung geladener Teilchen im Magnetfeld, das magnetische Feld im materieerfüllten Raum,</p> <p><b>Elektrodynamik</b></p> <p>Das Faradaysche Induktionsgesetz, die Maxwellgleichungen, elektromagnetische Wellen im Vakuum, Lösung der Wellengleichung, der Energiesatz der Elektrodynamik – der Poyntingvektor, elektromagnetische Wellen in Materie, Reflexions- und Brechungsindex, Relativitätstheorie und kovariante Formulierung der Elektrodynamik, Hohlleiter, die Wellengleichungen, Verschiedene Schreibweisen der Maxwell-Gleichungen, der Energie-Impuls-Tensor, Frequenzabhängigkeit der Leitfähigkeit, Bemerkungen zur Eichtransformation in der Elektrodynamik</p>
Studienleistung	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen,
Prüfungsleistung	<p>Prüfungsleistung: Klausur (2–3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)</p> <p>Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.</p>
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien, Beamer
Literatur:	<p>Jackson, Klassische Elektrodynamik, de Gruyter</p> <p>Landau und Lifschitz, Lehrbuch der theoretischen Physik, Bd. 2,8, Harri Deutsch</p> <p>Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Bd. 3, Springer, Berlin</p>

## P 11 Lineare Algebra I

Modulbezeichnung:	Lineare Algebra I
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung, Übung „Algorithmische Lineare Algebra I“
Semester:	3. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan der Mathematik
Dozent:	Prof . Dr. W. Koepf
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 6h x 15 = 90h, Selbststudium: 180h, Summe = 270 Stunden
Kreditpunkte:	9 Credits
Voraussetzungen:	
Lernziele / Kompetenzen:	<p>Problemlösekompetenz und Überblickswissen in Grundlagen und algorithmischer Umsetzung der Linearen Algebra.</p> <p>Verstehen und Formulieren einfacher Beweise.</p> <p>Selbstständiges Erarbeiten (einfacher) unbekannter mathematischer Sachverhalte und Algorithmen.</p> <p>Fähigkeit, geeignete Software (Computeralgebrasysteme, Programmiersprachen) bei der Lösung komplexerer Aufgaben aus dem Bereich Lineare Algebra anzuwenden.</p>
Inhalt:	<p>Lineare Gleichungssysteme (u.a. Gaußscher Algorithmus)</p> <p>Gruppen, Ringe, Körper (inkl. erste Algorithmen in diesen Strukturen)</p> <p>Vektorräume (u.a. Basis, Dimension, lineare Unabhängigkeit)</p> <p>Lineare Abbildungen (u.a. Zusammenhang mit Matrizen und linearen Gleichungssystemen, Algorithmen zur Berechnung ihrer Invarianten)</p> <p>Determinanten (axiomatischer und algorithmischer Zugang)</p> <p>Eigenwerte und Eigenvektoren, Diagonalisierung von linearen Abbildungen</p>
Studien-, Prüfungsleistungen:	Regelmäßige Bearbeitung von Übungsaufgaben Modulprüfung (Klausur oder mündliche Prüfung)
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien
Literatur:	G. Fischer: Lineare Algebra, Vieweg Verlag, F. Lorenz: Lineare Algebra I, II, B.I.-Wissenschaftsverlag

## P 12 Anfängerpraktikum Teil B

Modulbezeichnung:	Anfängerpraktikum Teil B
ggf. Kürzel:	B-Praktikum
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	3. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozenten:	Prof. Dr. R. Matzdorf und Dr. U. Kürpick
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul Lehramt L3 (Physik): Pflichtmodul Berufspädagogik: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Praktikum 3 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 3h x 12 = 36h, Selbststudium: 144h, Summe = 180 Stunden
Kreditpunkte:	6 Credits (davon 3 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	Modul Exp. Phys. II
Lernziele / Kompetenzen:	Durchführung wissenschaftlicher Experimente zu den Themen Elektrizität, Magnetismus und Optik erlernen. Protokollierung der Messergebnisse erlernen. Auswertung von Messwerten, Berechnung physikalischer Größen aus den Messwerten und Berechnung des Fehlers für die Messergebnisse erlernen. Kenntnis der Vorgehensweise bei systematischer Planung, Durchführung Protokollierung und Auswertung von physikalischen Messungen.
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Erlernen des sicheren und kompetenten Umgangs mit physikalischen Messgeräten. Fähigkeit zur Reflexion der Aussagekraft experimenteller Ergebnisse. Teamfähigkeit Erwerb der Fähigkeit zur Dokumentation von Experimenten und deren Ergebnissen. Erlernen der schriftlichen Präsentation eigener Ergebnisse unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten.
Inhalt:	Einfache Experimente aus Mechanik und Wärmelehre. Dazu gehören beispielsweise: Elektrischer Widerstand Kennlinien von Leitern Stromquellen Kompensationsschaltung Galvanometer Stromsteuerung Elektrolyse

	<p>Elektrische Felder  Magnetische Felder  Magnetische Hysterese  Wechselströme  Dünne Linsen  Mikroskop  Prismenspektralapparat  Gitterspektralapparat  Saccharimetrie</p>
Studienleistung	Durchführung und schriftliche Auswertung von 12 Versuchen, Mündliche Befragung zu jedem Versuch durch Versuchsbetreuer
Prüfungsleistung	<p>Prüfungsleistung: Klausur (1–2 Stunden) oder mündliche Prüfung (15–30 min)</p> <p>Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.</p>
Medienformen:	Experimentieren unter Anleitung, schriftliche Versuchsanleitungen
Literatur:	<p>Walcher, Praktikum der Physik</p> <p>Zusätzliche Literaturangaben werden in den Versuchsanleitungen gegeben.</p>

## P 13 Modulübergreifende Prüfung „Theorie klassischer Teilchen und Felder“

Modulbezeichnung:	Modulübergreifende Prüfung „Theorie klassischer Teilchen und Felder“
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	3. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozenten:	Prof. Dr. G. Pastor, Prof. Dr. M. Garcia, Prof. Dr. M. Lein
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Selbstständiges Lernen aus Büchern und Vorlesungsmitschriften
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: keine, Selbststudium: 120 Stunden
Kreditpunkte:	4 Credits (davon 1 Credit für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	Modul Rechenmethoden, Modul Theoretische Mechanik, Modul Theoretische Elektrodynamik, Modul Exp. Phys. I und Modul Exp. Phys. II
Lernziele / Kompetenzen:	Erkennen von Gemeinsamkeiten und Unterschieden in der Behandlung der Themen der klassischen Physik aus Sicht der Experimentalphysik und der theoretischen Physik  Kenntnis der physikalischen Modelle aus der klassischen Physik
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Erlernen der Fähigkeit das Wissen eigenverantwortlich zu ergänzen und zu vertiefen (Vorbereitung auf lebenslanges Lernen).  Erwerb der Fähigkeit sich geeignete Lehrbücher für den selbstständigen übergreifenden Lernprozess zu beschaffen.  Erwerb der Fähigkeit sich einen Überblick über innerphysikalische Zusammenhänge im Selbststudium zu erarbeiten.  Ausbildung eigener Lern- und Arbeitstechniken.
Inhalt:	Themen die in den Modulen Rechenmethoden, Theoretische Mechanik und Elektrodynamik behandelt wurden
Studien-, Prüfungsleistungen:	Prüfungsleistung: mündliche Prüfung, 30 Minuten
Medienformen:	Selbststudium
Literatur:	Landau – Lifschitz, Lehrbuch der Theoretischen Physik Bd. I, Akademie-Verlag, Berlin  Goldstein, Klassische Mechanik, Aula-Verlag, Wiesbaden  Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Bd. 1,2, Springer, Berlin  Joos, Lehrbuch der Theoretischen Physik, Aula-Verlag  W. Greiner, Theoretische Physik, Mechanik I+II, Verlag Harry Deutsch,

	Frankfurt (M) Jackson, Klassische Elektrodynamik, de Gruyter Landau und Lifschitz, Lehrbuch der theoretischen Physik, Bd. 2,8, Harri Deutsch Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Bd. 3, Springer, Berlin
--	--

## P 14 Experimentalphysik IV

Modulbezeichnung:	Experimentalphysik IV
ggf. Kürzel:	Exp. Phys. IV
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	4. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozent:	Prof. Dr. A. Ehresmann
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul Lehramt L3 (Physik): Pflichtmodul Lehramt L2 (Physik): Wahlpflichtmodul Berufspädagogik: Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 4h x 15 = 60h, Selbststudium: 60h, Summe = 120 Stunden
Kreditpunkte:	4 Credits
Voraussetzungen:	Modul Exp. Phys. I und Modul Exp. Phys. II
Lernziele / Kompetenzen:	Grundlegendes Verständnis der Quantenphysik und deren dominierendem Einfluss auf die Struktur von Atomen und Molekülen. Kenntnis von Quantenphysikalischen Effekten in Nanostrukturen. Kenntnis der experimentellen Methoden in der Atom- und Molekülphysik. Fähigkeit mit quantenphysikalischen Effekten argumentieren zu können. Fähigkeit die Größenordnung in der Energie verschiedener Effekte abschätzen zu können. Fähigkeit Experimente zur Messung quantenphysikalischer Effekte erklären zu können.
Inhalt:	Quantennatur des Lichtes Elemente der Quantenmechanik Elektronen in Nanostrukturen Atombau Ein-Elektron-Systeme Atome mit mehreren e- Optische Spektren Laser Moleküle
Studien-, Prüfungsleistungen:	Prüfungsleistung: Klausur (2-3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)  Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.

Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien
Literatur:	<p>Haken/Wolf: Atomphysik (Springer 2000)</p> <p>Mayer-Kuckuk: Atomphysik (Teubner 1997)</p> <p>Condon-Shortley: The Theory of Atomic Spectra (Cambridge Univ. Press 1991)</p> <p>M. Weissbluth: Atoms and Molecules (Academic Press 1980)</p> <p>Sobel'man: Introduction to the Theory of Atomic Spectra (Pergamon Press 1972)</p> <p>W. Demtröder: Laser Spectroscopy (Springer 1998), Einführung in die Physik Band 3 (neueste Auflage, Springer), Molekülphysik (Oldenbourg 2003)</p> <p>A. Corney: Atomic and Laser Spectroscopy (Clarendon Press Oxford 1988)</p> <p>G. Herzberg: Molecular Spectra and Molecular Structure; van Nostrand (1950)</p> <p>Haken/Wolf: Molekülphysik und Quantenchemie (Springer 1998, 3. Auflage)</p> <p>F. Engelke: Aufbau der Moleküle (Teubner 1996, 3. Auflage)</p> <p>Demtröder: Experimentalphysik III (Springer 2000, 2. Auflage) und ganz neu Molekülphysik (Oldenbourg 2003, 1. Auflage)</p> <p>Bergmann/ Schäfer: Aufbau der Materie Band IV (de Gruyter neueste Auflage)</p> <p>Banwell/McCash: Molekülspektroskopie, ein Grundkurs (Oldenbourg 1999)</p> <p>J. Steinfeld: Molecules and Radiation (MIT Press 1993)</p> <p>Lefebvre-Brion/ Field: Perturbations in the Spectra of Diatomic Molecules (Academic Press 1986)</p> <p>G. King: Spectroscopy and Molecular Structure (Holt, Rinehart and Winston 1964)</p>

## P 15 Theoretische Quantenmechanik

Modulbezeichnung:	Theoretische Quantenmechanik
ggf. Kürzel:	Quantenmechanik
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung, Übung
Semester:	5. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozenten:	Prof. Dr. G. Pastor, Prof. Dr. M. Garcia, Prof. Dr. M. Lein im Wechsel
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 6h x 15 = 90h, Selbststudium: 90h, Summe = 180 Stunden
Kreditpunkte:	6 Credits
Voraussetzungen:	Modul Theoretische Mechanik
Lernziele / Kompetenzen:	<p>Einsicht in den Welle-Teilchen-Dualismus und in die Unterschiede zwischen klassischer und quantisierter Mechanik.</p> <p>Beherrschung des mathematischen Formalismus zur Beschreibung statischer und zeitabhängiger quantenmechanischer Phänomene.</p> <p>Wissen über typische Beispielanwendungen der Quantenmechanik und die wichtigsten Näherungsmethoden.</p>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<p>Entwicklung einer sicheren Vorstellung über Struktur und Funktion der mikroskopischen Welt.</p> <p>Auseinandersetzung mit philosophischen Fragestellungen im Zusammenhang mit der Quantenmechanik.</p>
Inhalt:	<p><b>Der Weg zur Quantenmechanik</b>  Das Versagen der klassischen Physik, Die De Brogliesche Beziehung, Heisenbergsche Unschärferelation</p> <p><b>Die Schrödingergleichung</b>  Die Schrödingersche Wellengleichung, Quantenmechanische Wahrscheinlichkeitsstromdichte, die Behandlung einfacher rechteckiger Potentiale, der quantenmechanische harmonische Oszillator</p> <p><b>Grundlagen des Formalismus</b>  Erwartungswerte und Operatoren; Hilbertraum; Operator-konzept der QM, Eigenfunktionen und Eigenwerte von Operatoren, Zeitliche Entwicklung der Erwartungswerte, Darstellungstheorie</p> <p><b>Drehimpulse und das Ein-Elektronen- (Zentralkraft-) Problem</b>  Der Bahndrehimpulsoperator, Lösung der Eigenwertgleichung für den</p>

	<p>Drehimpulsoperator, das atomare Einteilchenproblem, Spin, Addition von Drehimpulsen</p> <p><b>Näherungsverfahren</b></p> <p>Zeitunabhängige Störungsrechnung, Störungsrechnung für entartete Zustände, Grundzüge der zeitabhängigen Störungsrechnung, Berechnung von Übergangswahrscheinlichkeiten (Fermis Goldene Regel), Variationsmethode, quasiklassische Näherung</p>
Studienleistung	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen,
Prüfungsleistung	<p>Prüfungsleistung: Klausur (2–3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)</p> <p>Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.</p>
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien, Beamer
Literatur:	<p>Messiah, Quantenmechanik I und II, de Gruyter-Verlag</p> <p>Schwabl, Quantenmechanik</p>

## P 16 Anfängerpraktikum Teil C

Modulbezeichnung:	Anfängerpraktikum Teil C
ggf. Kürzel:	C-Praktikum
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	4. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozenten:	Prof. Dr. R. Matzdorf, Dr. U. Kürpick
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul Lehramt L3 (Physik): Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Praktikum 3 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 3h x 12 = 36h, Selbststudium: 144h, Summe = 180 Stunden
Kreditpunkte:	6 Credits (davon 3 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	Modul Klassische Experimentalphysik, Modul A-Praktikum und Modul B-Praktikum
Lernziele / Kompetenzen:	Durchführung wissenschaftlicher Experimente zu den Themen Elektrizität, Magnetismus und Optik erlernen. Protokollierung der Messergebnisse erlernen. Auswertung von Messwerten, Berechnung physikalischer Größen aus den Messwerten und Berechnung des Fehlers für die Messergebnisse erlernen. Kenntnis der Vorgehensweise bei systematischer Planung, Durchführung Protokollierung und Auswertung von physikalischen Messungen.
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Erlernen des sicheren und kompetenten Umgangs mit physikalischen Messgeräten. Fähigkeit zur Reflexion der Aussagekraft experimenteller Ergebnisse. Teamfähigkeit Erwerb der Fähigkeit zur Dokumentation von Experimenten und deren Ergebnissen. Erlernen der schriftlichen Präsentation eigener Ergebnisse unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten.
Inhalt:	Anspruchsvollere Versuche aus Mechanik, Elektrizität und Optik, sowie Versuche zur Atom- und Kernphysik. Dazu gehören beispielsweise: Elastizitätsmodul Kreisel Wärmeleitfähigkeit nach Angström Paramagnetismus Brechungsindex von Gasen Beugung Reflexion und Polarisation (Fresnelsche Formeln)

	Elementarladung nach Millikan e/m nach Busch Franck-Hertz Versuch Kernstrahlung
Studienleistung	Durchführung und schriftliche Auswertung von 12 Versuchen, Mündliche Befragung zu jedem Versuch durch Versuchsbetreuer
Prüfungsleistung	Prüfungsleistung: Klausur (1–2 Stunden) oder mündliche Prüfung (15–30 min)  Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.
Medienformen:	Experimentieren unter Anleitung, schriftliche Versuchsanleitungen
Literatur:	Walcher, Praktikum der Physik  Zusätzliche Literaturangaben werden in den Versuchsanleitungen gegeben.

## P 17 Vertiefung Analysis

Modulbezeichnung:	Vertiefung Analysis
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung und Übung
Semester:	Ab 3. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan der Mathematik
Dozent:	Dozenten der Mathematik je nach Veranstaltung
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 2 SWS, Übung 1 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 45h, Selbststudium: 105h, Summe = 150 Stunden
Kreditpunkte:	5 Credits
Voraussetzungen:	Grundlagen der Analysis
Lernziele / Kompetenzen, Inhalt:	Für das Modul Analysis kommen insbesondere Lehrveranstaltungen zur Funktionalanalysis, »Analysis und Modellierung« (mit gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen) und Funktionentheorie in Betracht. Diese bieten die Gelegenheit sich grundsätzlich und systematisch mit Abstraktion, Modellbildung und formalen Techniken zu befassen. Dabei soll der Erkenntniswert abstrakten Denkens demonstriert und die Nützlichkeit theoretischer Modelle zur Behandlung konkreter Probleme aufgezeigt und die dazu nötigen Fähigkeiten vermittelt werden. Welche der jeweils aktuellen Lehrveranstaltungen diesem Modul zugeordnet sind, wird zusammen mit einer detaillierten Inhaltsbeschreibung im Vorlesungsverzeichnis ausgewiesen.
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Fähigkeit zum logischen Denken und Argumentieren Durchhaltevermögen
Studien-, Prüfungsleistungen:	Regelmäßige Bearbeitung von Übungsaufgaben; (der Dozent kann für einzelne Lehrveranstaltungen zusätzliche Kriterien festlegen, wie z.B. Klausuren) Klausur oder mündliche Prüfung
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien
Literatur:	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben

## P 18 Experimentalphysik V

Modulbezeichnung:	Experimentalphysik V
ggf. Kürzel:	Exp. Phys. V
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	5. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozent:	Prof. Dr. Th. Baumert
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul Lehramt L3 (Physik): Wahlpflichtmodul Lehramt L2 (Physik): Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 4h x 15 = 60h, Selbststudium: 60h, Summe = 120 Stunden
Kreditpunkte:	4 Credits
Voraussetzungen:	Modul Exp. Phys. I, Modul Exp. Phys. II, Modul Exp. Phys. III
Lernziele / Kompetenzen:	Verständnis der grundlegenden Modelle der Festkörperphysik Kenntnis der grundlegenden experimentellen Methoden in der Festkörperphysik
Inhalt:	Aufbau der Materie Kristallstrukturen Strukturbestimmung Gitterfehler Gitterschwingungen Freie Elektronen im Festkörper Elektrische Leitfähigkeit und Bändertheorie Halbleiter Optische (dielektrische) Eigenschaften der Festkörper
Studien-, Prüfungsleistungen:	Prüfungsleistung: Klausur (1–2 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)  Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien
Literatur:	Kittel „Einführung in die Festkörperphysik“ Ibach–Lüth „Festkörperphysik“ Blakemore „Solid state physics“ Ashcroft–Mermin “Solid state physics”

## P 19 Thermodynamik und Statistische Physik

Modulbezeichnung:	Thermodynamik und Statistische Physik
ggf. Kürzel:	Thermodynamik
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung, Übung
Semester:	5. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozenten:	Prof. Dr. G. Pastor, Prof. Dr. M. Garcia, Prof. Dr. M. Lein im Wechsel
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul Lehramt L3 (Physik): Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 6h x 15 = 90h, Selbststudium: 90h, Summe = 180 Stunden
Kreditpunkte:	6 Credits
Voraussetzungen:	Modul Theoretische Mechanik und Modul Theoretische Elektrodynamik
Lernziele / Kompetenzen:	Beherrschung der Hauptsätze der Thermodynamik sowie der Begriffe von Entropie und geeignete thermodynamische Funktionen.  Kenntnisse und Anwendung der Stabilitätskriterien. Einsicht in die statistische Formulierung der Thermodynamik.  Verständnis der Verbindung zwischen mikroskopischen und makroskopischen Phänomenen. Fähigkeit, "thermodynamisch" zu denken, um komplizierte Probleme der Statistische Mechanik zu lösen.
Inhalt:	<p><b>Einführung</b> Makroskopische Analyse. Einfache Begriffe, Hauptsätze. Zustandsgleichungen Thermodynamische Funktionen, Legendre-Transformationen, Maxwell-Relationen, Jakobi-Transformationen, wichtige Prozesse.</p> <p><b>Grundlagen der Thermodynamik</b> Statistische Mechanik. Mikroskopische Analyse. Statistische Formulierung. Fundamentale Annahme der SM. Das H-Theorem. Mikrokanonische, kanonische und großkanonische Gesamtheit. Verteilungsfunktionen. Zustandssumme. Entropie. Dichte-Matrix. Statistik für identische Teilchen, Zustandsgleichungen für Boltzmann-, Fermi- und Bosegas</p> <p><b>Gleichgewichtsbedingungen</b> Ungleichungen der Thermodynamik. Le-Chatelier-Prinzip. Stabilität</p> <p><b>Gleichgewicht zwischen Phasen. Phasenübergänge</b> Phasendiagramme. Einfache Theorie. Phasenübergänge. Phasendiagramm eines van-der-Waals-Systems. Clausius-Clapeyron-Gleichung. Bose-Einstein-Kondensation. Magnetismus. Kritische Temperatur. Curie-Weiß-</p>

	<p>Gesetz. Die Ginzburg–Landau–Theorie. Kritische Exponenten. Proteinfaltung.</p> <p><b>Anwendungen</b> Lösungen, chemische Reaktionen</p> <p><b>Fluktuationen</b> Allgemeine Theorie. Fluktuationen thermodynamischer Größen. Fluktuations–Dissipations–Theorem. Poisson–Formel. Fluktuationen in Lösungen. Brownsche Bewegung.</p> <p><b>Irreversible Thermodynamik</b> Onsager–Theorie. Bildung dissipativer Strukturen.</p>
Studienleistung	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistung	<p>Prüfungsleistung: Klausur (2–3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)</p> <p>Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.</p>
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien, Beamer
Literatur:	<p>R. Kubo, Thermodynamics (Elsevier)</p> <p>R. Kubo, Statistical Mechanics (North Holland)</p> <p>Callen, Thermodynamics</p> <p>F. Schwabl, Statistische Mechanik (Springer–Verlag)</p> <p>F. Reif, Theorie der Wärme (Mc Graw–Hill)</p> <p>K. Huang, Statistical Mechanics (John–Wiley)</p> <p>Landau–Lifshitz, Statistical Physics (Pergamon)</p> <p>Nolting, Statistische Mechanik</p> <p>Greiner, Thermodynamik</p>

## P 20 Fortgeschrittenenpraktikum BA

Modulbezeichnung:	Fortgeschrittenenpraktikum BA
ggf. Kürzel:	FP-BA
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	5. und 6. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozenten:	Prof. Dr. F. Träger
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Praktikum 6 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 8h x 12 = 96h, Selbststudium: 22h x 12 = 264h, Summe = 360 Stunden
Kreditpunkte:	12 Credits (davon 6 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	Modul Klassische Experimentalphysik, Modul A-Praktikum, Modul B-Praktikum und Modul C-Praktikum
Lernziele / Kompetenzen:	<p>Durchführung anspruchsvoller wissenschaftlicher Experimente zu fortgeschrittenen physikalischen Themen</p> <p>Auswertung von Messwerten, Berechnung physikalischer Größen aus den Messwerten und Berechnung des Fehlers für die Messergebnisse.</p> <p>Kenntnis der Vorgehensweise bei systematischer Planung, Durchführung Protokollierung und Auswertung von physikalischen Messungen.</p>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<p>Vertiefung der Fähigkeit zur selbstständigen Einarbeitung in kompliziertere physikalische Sachverhalte in Hinblick auf die praktische Anwendung in einem Experiment.</p> <p>Erlernen des sicheren und kompetenten Arbeitens im physikalischen Labor.</p> <p>Teamfähigkeit</p> <p>Einblick in die Arbeitsweise eines experimentell arbeitenden Physikers (nicht selbstständig forschend).</p> <p>Vertiefung der Fähigkeit zur Dokumentation von komplizierteren Experimenten und deren Ergebnissen.</p> <p>Vertiefung der Fähigkeit zur schriftlichen Präsentation eigener experimenteller Ergebnisse unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten.</p>
Inhalt:	<p>Rutherford-Streuung</p> <p>Elektronenspinresonanz</p> <p>Doppelresonanz</p>

	<p>Diodenlaser-Spektroskopie</p> <p>Molekülspektroskopie von J<sub>2</sub></p> <p>Messungen an Halbleiterbauelementen: pn-Übergang und Operationsverstärker</p> <p>Paulfalle</p> <p>Holographie</p> <p>Abbildung biologischer Proben mit Rastertunnelmikroskopie</p> <p>Hochtemperatursupraleiter</p> <p>γ-Spektroskopie</p> <p>NMR-Spektrometer</p>
Studienleistung	<p>Durchführung und schriftliche Auswertung von 12 Versuchen</p> <p>Mündliche Befragung zu jedem Versuch durch Versuchsbetreuer</p>
Prüfungsleistung	<p>Prüfungsleistung: Klausur (2–3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)</p> <p>Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.</p>
Medienformen:	Experimentieren unter Anleitung, schriftliche Versuchsanleitungen
Literatur:	Angabe in den Versuchsanleitungen zu den einzelnen Versuchen

## P 21 Physikalisches Seminar

Modulbezeichnung:	Physikalisches Seminar
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	Ab 3. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozent:	Prof. Dr. F. Träger, Prof. Dr. Th. Baumert, Prof. Dr. A. Ehresmann, Prof. Dr. J.P. Reithmaier, Prof. Dr. R. Matzdorf, Prof. Dr. G. Pastor, Prof. Dr. M. Garcia, Prof. Dr. M. Lein, im Wechsel
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Anleitung zur Konzeption eines Vortrags, Seminarvorträge der Teilnehmer
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit 2h x 15 = 30h, Selbststudium 90h, in der Summe 120 Stunden
Kreditpunkte:	4 Credits (davon 3 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	Modul Exp. Phys. I und Modul Exp. Phys. II
Lernziele / Kompetenzen:	Physikalische Themen anhand von Literatur selbst zu erarbeiten. Übersichtliche Präsentationsfolien zu erstellen Verständliche Darstellung des Themas in einem Vortrag unter Einhaltung der Zeitvorgabe.
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Erwerb der Fähigkeit zum selbstständigen Einarbeiten in eine wissenschaftliche Fragestellung. Erwerb der Fähigkeit zu einer physikalischen Fragestellung einen Vortrag auszuarbeiten. Erwerb der Fähigkeit übersichtliche und verständliche Vortragsfolien zu erstellen und für die Präsentation mit Beamer vorzubereiten. Erwerb der Fähigkeit in freier Rede die wissenschaftlichen Inhalte so vorzustellen, dass sie für den Zuhörer interessant, überzeugend und verständlich sind. Erwerb der Fähigkeit eine wissenschaftliche Diskussion zu dem Vortragsthema zu führen und auf Fragen kompetent zu antworten.
Inhalt	Wechselnde Inhalte
Studien-, Prüfungsleistungen:	Seminarvortrag mit wissenschaftlicher Diskussion (insgesamt 45–60 min)
Medienformen:	Vortrag, Folien, „Powerpoint“-Präsentation
Literatur:	Sekundärliteratur

## P 22 Modulübergreifende Prüfung „Theoretische Physik II“

Modulbezeichnung:	Modulübergreifende Prüfung „Theoretische Physik II“
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	5. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozenten:	Prof. Dr. G. Pastor, Prof. Dr. M. Garcia, Prof. Dr. M. Lein
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Selbstständiges Lernen aus Büchern und Vorlesungsmitschriften
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: keine, Selbststudium: 120 Stunden
Kreditpunkte:	4 Credits (davon 1 Credit für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	Modul Klassische Teilchen und Felder, Modul Quantenmechanik und Modul Thermodynamik
Lernziele / Kompetenzen:	<p>Erkennen von Gemeinsamkeiten und Unterschieden in der Sichtweise der Experimentalphysik und der Theoretischen Physik.</p> <p>Überblick über die statistischen Aspekte in den verschiedenen Bereichen der Physik.</p> <p>Interpretation der Aussagen, die auf statistischen Modellen beruhen.</p> <p>Kenntnis der physikalischen Modelle aus Quantenmechanik und Thermodynamik.</p>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<p>Verbesserung der Fähigkeit das Wissen eigenverantwortlich zu ergänzen und zu vertiefen (Vorbereitung auf lebenslanges Lernen).</p> <p>Verbesserung der Fähigkeit sich geeignete Lehrbücher für den selbstständigen übergreifenden Lernprozess zu beschaffen.</p> <p>Verbesserung der Fähigkeit sich einen Überblick über innerphysikalische Zusammenhänge im Selbststudium zu erarbeiten.</p> <p>Verbesserung der eigenen Lern- und Arbeitstechniken.</p>
Inhalt:	Themen die in den Modulen Quantenmechanik und Thermodynamik behandelt wurden.
Studien-, Prüfungsleistungen:	Prüfungsleistung: mündliche Prüfung, 30 Minuten
Medienformen:	Selbststudium
Literatur:	<p>Messiah, Quantenmechanik I und II, de Gruyter-Verlag</p> <p>Schwabl, Quantenmechanik</p> <p>R. Kubo, Thermodynamics (Elsevier)</p>

	<p>R. Kubo, Statistical Mechanics (North Holland)</p> <p>Callen, Thermodynamics</p> <p>F. Schwabl, Statistische Mechanik (Springer-Verlag)</p> <p>F. Reif, Theorie der Wärme (Mc Graw-Hill)</p> <p>K. Huang, Statistical Mechanics (John-Wiley)</p> <p>Landau-Lifshitz, Statistical Physics (Pergamon)</p> <p>Nolting, Statistische Mechanik</p> <p>Greiner, Thermodynamik</p>
--	--

## P 23 Modulübergreifende Prüfung „Moderne Experimentalphysik“

Modulbezeichnung:	Modulübergreifende Prüfung „Moderne Experimentalphysik“
ggf. Kürzel:	Moderne Experimentalphysik
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	2. Semester
Modulverantwortliche:	Prof. Dr. R. Matzdorf
Dozent:	Prof. Dr. F. Träger, Prof. Dr. Th. Baumert, Prof. Dr. A. Ehresmann, Prof. Dr. J.P. Reithmaier, Prof. Dr. R. Matzdorf
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Selbstständiges Lernen aus Büchern und Vorlesungsmitschriften
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: keine, Selbststudium: 120 Stunden
Kreditpunkte:	4 Credits (davon 1 Credit für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	Modul Klassische Experimentalphysik, Modul Exp. Phys. III, Modul Exp. Phys. IV und Modul Exp. Phys. V
Lernziele / Kompetenzen:	<p>Anschauliche Vorstellung von der Struktur der Materie (Atome, Moleküle, Festkörper, Atomkerne und Elementarteilchen)</p> <p>Kenntnis der grundlegenden physikalischen Effekte, die in Zusammenhang mit Atomen, Molekülen, Festkörpern, Kernen und Elementarteilchen beobachtet werden.</p> <p>Kenntnis der physikalischen Modelle zur Beschreibung der o.g. Objekte.</p> <p>Fähigkeit die physikalischen Effekte und Modelle zu beschreiben.</p>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<p>Verbesserung der Fähigkeit das Wissen eigenverantwortlich zu ergänzen und zu vertiefen (Vorbereitung auf lebenslanges Lernen).</p> <p>Verbesserung der Fähigkeit sich geeignete Lehrbücher für den selbstständigen übergreifenden Lernprozess zu beschaffen.</p> <p>Verbesserung der Fähigkeit sich einen Überblick über innerphysikalische Zusammenhänge im Selbststudium zu erarbeiten.</p> <p>Verbesserung der eigenen Lern- und Arbeitstechniken.</p>
Inhalt:	<p>Atome</p> <p>Moleküle</p> <p>Festkörper</p> <p>Atomkerne</p> <p>Elementarteilchen</p>
Studien-, Prüfungsleistungen:	Prüfungsleistung: mündliche Prüfung, 30 Minuten

Medienformen:	Selbststudium
Literatur:	<p>Ch. Gerthsen, D. Meschede: Physik, Springer</p> <p>D.C. Giancoli: Physik, Pearson</p> <p>S. Gasiorowicz: Quantenphysik, Oldenbourg</p> <p>H. Günther: Starthilfe Relativitätstheorie</p> <p>Haken/Wolf: Atomphysik (Springer 2000), Molekülphysik und Quantenchemie (Springer 1998, 3. Auflage)</p> <p>Mayer-Kuckuk: Atomphysik (Teubner 1997)</p> <p>M. Weissbluth: Atoms and Molecules(Academic Press 1980)</p> <p>W. Demtröder: Laser Spectroscopy, Einführung in die Physik Band 3, Molekülphysik, Band 4, Kern-, Teilchen- und Astrophysik, Springer</p> <p>A. Corney: Atomic and Laser Spectroscopy (Clarendon Press Oxford 1988)</p> <p>G. Herzberg: Molecular Spectra and Molecular Structure; van Nostrand (1950)</p> <p>F. Engelke: Aufbau der Moleküle (Teubner 1996, 3.Auflage)</p> <p>Bergmann/ Schäfer: Aufbau der Materie Band IV (de Gruyter neueste Auflage)</p> <p>Banwell/McCash: Molekülspektroskopie, ein Grundkurs (Oldenbourg 1999)</p> <p>J. Steinfeld: Molecules and Radiation (MIT Press 1993)</p> <p>G. King: Spectroscopy and Molecular Structure (Holt, Rinehart and Winston 1964)</p> <p>Kittel „Einführung in die Festkörperphysik“</p> <p>Ibach-Lüth „Festkörperphysik“</p> <p>Blakemore „Solid state physics“</p> <p>Ashcroft-Mermin “Solid state physics”</p>

## P 24 Bachelorarbeit

Modulbezeichnung:	Bachelorarbeit
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	6. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozent:	Prof. Dr. F. Träger, Prof. Dr. Th. Baumert, Prof. Dr. A. Ehresmann, Prof. Dr. J.P. Reithmaier, Prof. Dr. R. Matzdorf, Prof. Dr. G. Pastor, Prof. Dr. M. Garcia, Prof. Dr. M. Lein
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit und Selbststudium zusammen 360 Stunden
Kreditpunkte:	12 Credits (davon 6 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	<p>Folgende Module sind Voraussetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Experimentalphysik I</li> <li>Rechenmethoden der Physik</li> <li>Grundlagen der Analysis</li> <li>Allgemeine Chemie</li> <li>Anfängerpraktikum Teil A</li> <li>Experimentalphysik II</li> <li>Theoretische Mechanik</li> <li>Modulübergreifende Prüfung „Klassische Experimentalphysik“</li> <li>Experimentalphysik III</li> <li>Theoretische Elektrodynamik</li> <li>Lineare Algebra I</li> <li>Anfängerpraktikum Teil B</li> <li>Modulübergreifende Prüfung „Theorie klassischer Teilchen und Felder“</li> <li>Experimentalphysik IV</li> <li>Theoretische Quantenmechanik</li> <li>Anfängerpraktikum Teil C</li> <li>Vertiefung Analysis</li> <li>Experimentalphysik V</li> <li>Thermodynamik und Statistische Physik</li> <li>Modulübergreifende Prüfung „Theoretische Physik II“</li> <li>Modulübergreifende Prüfung „Moderne Experimentalphysik“</li> </ul> <p>sowie mindestens 10 Credit-Punkte im Wahlbereich W x</p>
Lernziele / Kompetenzen:	Die Bachelorarbeit soll zeigen, dass die Kandidatin oder der Kandidat in der Lage ist, sich innerhalb der vorgegebenen Frist in eine Problemstellung aus dem Fach einzuarbeiten, die erlernten physikalischen Methoden anzuwenden und die Ergebnisse in verständlicher Form darzustellen.

Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<p>Entwicklung einer Problemlösungskompetenz</p> <p>Entwicklung der Fähigkeit physikalische und teilweise übergreifende Probleme durch zielorientiertes und logisch fundiertes Herangehen, auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse selbstständig einzuordnen, zu analysieren und möglichst weitgehend zu lösen.</p> <p>Erlernen der Fähigkeit zum selbstständigen und eigenverantwortlichen Einarbeiten in wissenschaftliche Literatur zu einer eng umgrenzten Problemstellung.</p> <p>Kooperationsbereitschaft und Teamfähigkeit.</p> <p>Kommunikationsfähigkeit über wissenschaftliche Fragestellungen.</p> <p>Einsicht in die Arbeitsweise eines Forschungslabors</p> <p>Vertiefung der Fähigkeiten zum Niederschreiben einer Wissenschaftlichen Arbeit.</p>
Inhalt:	<p>Experimentelle oder theoretische Arbeit zu einer wissenschaftlichen Fragestellung aus der modernen Forschung.</p> <p>Zumindest der Schwerpunkt der Arbeit soll auf einer physikalischen Fragestellung liegen.</p>
Studien-, Prüfungsleistungen:	Schriftliche Ausarbeitung
Medienformen:	
Literatur:	Fachliteratur

## P 25 Seminar zur Bachelorarbeit

Modulbezeichnung:	Seminar zur Bachelorarbeit
ggf. Kürzel:	Bachelorseminar
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	6. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozent:	Prof. Dr. F. Träger, Prof. Dr. Th. Baumert, Prof. Dr. A. Ehresmann, Prof. Dr. J.P. Reithmaier, Prof. Dr. R. Matzdorf, Prof. Dr. G. Pastor, Prof. Dr. M. Garcia, Prof. Dr. M. Lein
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Seminarvorträge der Teilnehmer
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit 1h x 15 = 15h, Selbststudium 75h zusammen 90 Stunden
Kreditpunkte:	3 Credits (davon 2 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	Modul Bachelorarbeit
Lernziele / Kompetenzen:	Fähigkeit wissenschaftliche Ergebnisse und deren Interpretation in einem Vortrag überzeugend und verständlich vorzutragen.  Übersichtliche Präsentationsfolien zu erstellen  Verständliche Darstellung des Themas in einem Vortrag unter Einhaltung der Zeitvorgabe.
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Erwerb der Fähigkeit übersichtliche und verständliche Vortragsfolien zu erstellen und für die Präsentation mit Beamer vorzubereiten.  Erwerb der Fähigkeit in freier Rede die wissenschaftlichen Inhalte so vorzustellen, dass sie für den Zuhörer interessant, überzeugend und verständlich sind.  Erwerb der Fähigkeit eine wissenschaftliche Diskussion zu dem Vortragsthema zu führen und auf Fragen kompetent zu antworten.
Inhalt:	Ergebnisse der Bachelorarbeit.
Studien-, Prüfungsleistungen:	Seminarvortrag mit wissenschaftlicher Diskussion (insgesamt 45–60 min)
Medienformen:	Vortrag, Folien
Literatur:	Fachliteratur

## W 1 Berufspraktikum

Modulbezeichnung:	Berufspraktikum
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	Ab 4. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozent:	Prof. Dr. F. Träger, Prof. Dr. Th. Baumert, Prof. Dr. A. Ehresmann, Prof. Dr. J.P. Reithmaier, Prof. Dr. R. Matzdorf, Prof. Dr. G. Pastor, Prof. Dr. M. Garcia, Prof. Dr. M. Lein
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Berufspraktikum
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit 40h x 6 = 240h
Kreditpunkte:	8 Credits (davon 4 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	Einschreibung für den Studiengang B. Sc. in Physik
Lernziele / Kompetenzen:	Einblick in die Berufswelt für Abgänger des Studiengangs B. Sc. in Physik
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Erwerb einer Berufsbefähigung
Inhalt:	<p>6-wöchiger Aufenthalt in einem Unternehmen oder einer Institution außerhalb der Universität in der Physiker berufstätig sind. In dieser Zeit wird in der Regel ein kleines Projekt unter der Anleitung eines Physikers bearbeitet werden, das Einblick in die Tätigkeit eines Physikers an seinem Arbeitsplatz gibt.</p> <p>Jeder Praktikant wird von einem Dozenten betreut, der als Ansprechpartner zur Verfügung steht und die Bewertung des Abschlussberichtes bzw. der mündlichen Präsentation vornimmt.</p> <p>Das bearbeitete Projekt und die während des Praktikums gesammelten Erfahrungen werden in einem schriftlicher Bericht (ca. 10 Seiten) oder einer mündliche Präsentation (ca. 15 min) vorgestellt.</p> <p>Begleitend findet einmal jährlich eine Erfahrungsaustauschs-runde von Praktikanten mit zukünftigen Praktikanten statt.</p>
Studien-, Prüfungsleistungen:	Schriftlicher Bericht (ca. 10 Seiten) oder mündliche Präsentation (ca. 15 min).
Medienformen:	
Literatur:	Wird ggf. während des Praktikums bekannt gegeben.

## W 2 Laseranwendungen in den Naturwissenschaften

Modulbezeichnung:	Laseranwendungen in den Naturwissenschaften
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	Ab 3. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan der Physik (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozent:	Prof. Dr. M. Stuke
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Wahlpflichtmodul Nanostrukturwissenschaften: Pflichtmodul Lehramt L3 (Physik): Wahlpflichtmodul Lehramt L2 (Physik): Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 2h x 15 = 30h, Selbststudium: 30h, Summe = 60 Stunden
Kreditpunkte:	2 Credits
Voraussetzungen:	Einschreibung für einen der Studiengänge: B. Sc. in Physik, Nanostrukturwissenschaften, Lehramt L3 (Physik) oder Lehramt L2 (Physik)
Lernziele / Kompetenzen:	Kenntnis der verschiedenen Anwendungen von Lasern Kenntnis der physikalischen Abläufe bei den verschiedenen Laseranwendungen.
Inhalt:	Grundlagen der Laserphysik Laserspektroskopie Laserchemie Laserinduzierte Abscheidung Laser-CVD Laserablation Anwendungen in der Biologie Anwendungen in der Medizin Anwendung in der Archäologie
Studien-, Prüfungsleistungen:	Prüfungsleistung: Klausur (1–2 Stunden) oder mündliche Prüfung (15–30 min)
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien, Powerpoint, Laborbesichtigung
Literatur:	W. Demtröder „Laser-Spektroskopie“, Springer D. Bäuerle, „Laser Chemical Processing“, Springer

## W 3 Programmierung

Modulbezeichnung:	Programmierung
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Einführung in die Programmierung für Informatik (4 SWS Vorlesung/Übung) Algorithmen und Datenstrukturen (4 SWS Vorlesung/Übung)
Semester:	Ab 3. Semester
Modulverantwortliche:	Prof. Dr. Wegener (Informatik)
Dozent:	Dozenten des Studiengangs Informatik
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	8 SWS Vorlesung einschl. Übungen
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 8 SWS Vorlesung einschl. Übungen (120h) Selbststudium: 240 Stunden
Kreditpunkte:	12 ECTS
Voraussetzungen:	
Lernziele / Kompetenzen, Inhalt	Kenntnisse und Fertigkeiten im Einsatz einer Programmiersprache, einschließlich der Entwicklung von Algorithmen Grundlagen in einer aktuellen Programmiersprache. Variablen, Ausdrücke, Kontrollstrukturen, Methoden, Klassen, etc. Begriffliche Grundlagen, strukturierte Datentypen, Such- und Sortierverfahren, Rekursive Algorithmen, Bäume, Hash-Verfahren
Studien-, Prüfungsleistungen:	2 Modulteilprüfungen: Klausur und/oder Hausarbeit
Medienformen:	
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.

### W 4 Angewandte Computerorientierte Mathematik

Modulbezeichnung:	Angewandte Computerorientierte Mathematik
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Teil A: Einführung in die Numerik (2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übungen) Teil B: Einführung in die Stochastik (2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übungen) Teil C: Wahl aus ausgezeichneten Numerik- und Stochastik-Veranstaltungen (2 SWS Vorlesung + 1 SWS Übungen)
Semester:	Ab 3. Semester
Modulverantwortliche:	Prof. Dr. Meister (Mathematik)
Dozent:	Dozenten der Mathematik
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 6 SWS Vorlesung (90h), 3 SWS Übung (45h) Selbststudium: 315 Stunden
Kreditpunkte:	15 ECTS
Voraussetzungen:	
Lernziele / Kompetenzen,	Fähigkeiten zur Lösung und Modellierung von einfachen mathematischen, deterministischen und stochastischen Fragestellungen in Naturwissenschaft, Technik und Wirtschaft und deren Behandlung mit dem Computer: Fähigkeit zur gezielten Anwendung numerischer Algorithmen bei der Lösung von Gleichungssystemen und Ausgleichsproblemen sowie bei der Interpolation und Integration von Funktionen, Erfahrungen in der Fehleranalyse, mathematische Beschreibung des Zufalls, Bestimmung von Wahrscheinlichkeiten und abgeleiteten Größen.
Inhalt	Teil A: Lineare und nichtlineare Gleichungssysteme, lineare Ausgleichsprobleme, Interpolation und numerische Integration von Funktionen Teil B: Wahrscheinlichkeitsräume, Zufallsvariablen und ihre Verteilung, bedingte Wahrscheinlichkeiten, stochastische Unabhängigkeit, Erwartungswert, Varianz, Fluktuationstheorie, Verzweigungsprozesse, Lebensdauer-Verteilungen, mehrdimensionale Verteilungen. Teil C: Eine weiterführende Veranstaltung zur Numerik oder Stochastik
Studien-, Prüfungsleistungen:	Regelmäßige Bearbeitung von Übungsaufgaben; der Dozent kann für einzelne Lehrveranstaltungen die Bearbeitung der Übungsaufgaben auch ganz oder teilweise durch Kurzreferate oder Hausarbeiten ersetzen.

	3 Modulteilprüfungen: Diese bestehen jeweils aus einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung.
Medienformen:	
Literatur:	Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.

## W 5 Anorganische Chemie I

Modulbezeichnung:	Anorganische Chemie I
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	Ab 2. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan Chemie (Prof. Dr. J. Salbeck)
Dozent:	Prof. Dr. Siemeling
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	B. Sc. in Physik: Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 3 SWS, Praktikum mit Seminar 3 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 6h x 15 = 90h, Selbststudium: 60h, Summe = 150 Stunden
Kreditpunkte:	5 Credits
Voraussetzungen:	
Lernziele / Kompetenzen:	<p>Erwerb stoffchemischer Kenntnisse in der Chemie der s-, p- und d-Block-Elemente im Überblick.</p> <p>Zu erlangende Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendung grundlegender Prinzipien und Konzepte der Chemie für die Beurteilung konkreter stoffchemischer Verhaltensweisen</li> <li>- Erarbeitung einer soliden Basis aus enzyklopädischem Wissen im Bereich der Anorganischen Stoffchemie</li> <li>- Vertiefung und Festigung praktisch-handwerklicher Fertigkeiten im Kontext einer experimentellen Naturwissenschaft (sicheres, sauberes und rasches Hantieren mit Arbeitsgeräten und Gefahrstoffen im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen)</li> <li>- Selbstständige Durchführung qualitativer und quantitativer anorganischer Analysen technischer Produkte</li> <li>- Differenzierte Beurteilung von Fehlerquellen beim analytischen Arbeiten</li> <li>- Urteilsrationalität bzgl. Genauigkeit und Validität nasschemischer Analysemethoden</li> </ul>
Inhalt:	Beschreibende Stoffchemie der s-, p- und d-Block-Elemente (Vorkommen, Gewinnung, Verwendung, wichtige technische Prozesse) unter Akzentuierung der für das tägliche Leben besonders relevanten Elemente
Studien-, Prüfungsleistungen:	Klausur (ca. einstündig)
Medienformen:	

Literatur:	<p>Grundlagen:</p> <p>Cotton, Wilkinson, Gaus: Grundlagen der Anorganischen Chemie, VCH, Weinheim, 1990</p> <p>Beyer: Grundkurs Anorganische Chemie, Barth, Leipzig, 1992</p> <p>Christen, Meyer: Grundlagen der allgemeinen und anorganischen Chemie, Salle + Sauerländer, Frankfurt, 1997</p> <p>Riedel: Allgemeine und Anorganische Chemie, de Gruyter, Berlin, 2004</p> <p>weiterführende Lehrbücher:</p> <p>Holleman-Wiberg: Lehrbuch der Anorganischen Chemie, 101. Aufl., de Gruyter, Berlin, 1995</p> <p>Huheey, Keiter, Keiter: Anorganische Chemie, 3. Aufl., de Gruyter, Berlin, 2003</p> <p>Shriver, Atkins, Langford: Anorganische Chemie, Wiley-VCH, Weinheim, 1997</p> <p>Riedel: Anorganische Chemie, 6. Aufl., de Gruyter, Berlin, 2004</p> <p>Nasschemische anorganische Analyse:</p> <p>Jander, Jahr: Maßanalyse, 16. Aufl., de Gruyter, Berlin, 2003</p> <p>Strähle, Schweda: Jander/Blasius Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie, Hirzel, Stuttgart, 2002</p> <p>Biltz, Biltz: Ausführung quantitativer Analysen, 10. Aufl., Hirzel, Stuttgart, 1983</p>
------------	--

**Modulhandbuch**

für den Studiengang

**Master of Science in Physik**

Fachbereich Naturwissenschaften

Universität Kassel

## Übersicht über die Module

### Liste der Pflichtmodule:

#### Pflichtmodule Vertiefungsphase:

PM 1	F-Praktikum MA	9 Credits
PM 2	Experimentalphysikalisches Seminar	4 Credits
PM 3	Theorieseminar	4 Credits

#### Pflichtmodule Forschungsphase:

PM 4	Fachliche Spezialisierung	15 Credits
PM 5	Methodenkenntnis und Projektplanung	15 Credits
PM 6	Masterarbeit	30 Credits

### Liste der Wahlpflichtmodule:

#### Wahlpflichtmodule theoretische Physik:

WT 1	Theoretische Festkörperphysik	8 Credits
WT 2	Quantenmechanik II	8 Credits

#### Wahlpflichtmodule Experimentalphysik

WE 1	Laserphysik und nichtlineare Optik	6 Credits
WE 2	Angewandte Halbleiterphysik	6 Credits
WE 3	Halbleiterlaser	6 Credits
WE 4	Ultrakurze Laserpulse und ihre Anwendung	3 Credits
WE 5	Dünnschichtphysik und Physik mit Synchrotronstrahlung	3 Credits
WE 6	Oberflächenphysik	3 Credits
WE 7	Astrophysik/Astronomie	6 Credits

#### Nichtphysikalische Module:

Es können Module aus den Bereichen Mathematik, physikalische Chemie, Elektrotechnik, Maschinenbau, Chemie, Biologie und Wirtschaftswissenschaften gewählt werden. Weitere Module können vom Prüfungsausschuss zugelassen werden.

## PM 1 Fortgeschrittenenpraktikum MA

Modulbezeichnung:	Fortgeschrittenenpraktikum MA
ggf. Kürzel:	FP-MA
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	Ab 1. Semester
Modulverantwortliche:	Prof. Dr. F. Träger
Dozenten:	Prof. Dr. F. Träger, Prof. Dr. R. Matzdorf, Prof. Dr. Th. Baumert, Prof. Dr. A. Ehresmann, Prof. Dr. J.P. Reithmaier
Sprache:	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	M. Sc. in Physik, Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Praktikum 4 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 12h x 6 = 72h, Selbststudium: 33h x 6 = 298h, Summe = 270 Stunden
Kreditpunkte:	9 Credits (davon 4 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	Zulassung zum Masterstudium in Physik
Lernziele / Kompetenzen:	<p>Durchführung anspruchsvoller wissenschaftlicher Experimente zu fortgeschrittenen physikalischen Themen</p> <p>Auswertung von Messwerten, Berechnung physikalischer Größen aus den Messwerten und Berechnung des Fehlers für die Messergebnisse.</p> <p>Kenntnis der Vorgehensweise bei systematischer Planung, Durchführung Protokollierung und Auswertung von physikalischen Messungen.</p>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<p>Vertiefung der Fähigkeit zur selbstständigen Einarbeitung in kompliziertere physikalische Sachverhalte in Hinblick auf die praktische Anwendung in einem Experiment.</p> <p>Erlernen des sicheren und kompetenten Arbeitens im physikalischen Labor.</p> <p>Teamfähigkeit</p> <p>Einblick in die Arbeitsweise eines experimentell arbeitenden Physikers (nicht selbstständig forschend).</p> <p>Vertiefung der Fähigkeit zur Dokumentation von komplizierteren Experimenten und deren Ergebnissen.</p> <p>Vertiefung der Fähigkeit zur schriftlichen Präsentation eigener experimenteller Ergebnisse unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten.</p>
Inhalt:	<p>6 Versuche aus folgender Auswahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Messung ultrakurzer Laserpulse durch Autokorrelationstechnik</li> <li>- Magnetisierungen dünner magnetischer Schichtsysteme</li> <li>- Messung optischer Spektren metallischer Nanoteilchen im</li> </ul>

	<p>Ultrahochvacuum</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Akustische Quantensimulation zur Rastertunnelmikroskopie und -spektroskopie.</li> <li>- Charakterisierung von nanostrukturierten Oberflächen mit Rasterelektronen- und Rasterkraftmikroskopie (z.B. Halbleiterquantenpunktstrukturen)</li> <li>- Optische Charakterisierung von Halbleiternanostrukturen mittels Tieftemperatur-Photolumineszenz- und Absorptionsspektroskopie</li> <li>- Untersuchung der Transporteigenschaften von nanostrukturierten Halbleiterdioden (z.B. Doppelbarrieren-Tunnel diode).</li> <li>- Nanostrukturierung z.B. mit hochauflösender Elektronenstrahlolithographie und Trockenätzverfahren oder mit Rastertunnelverfahren.</li> </ul> <p>Weitere Versuche befinden sich im Aufbau bzw. in Planung</p>
Studienleistung	Durchführung und schriftliche Auswertung von 6 Versuchen Mündliche Befragung zu jedem Versuch durch Versuchsbetreuer
Prüfungsleistung	Klausur (2-3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min) Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.
Medienformen:	Experimentieren unter Anleitung, schriftliche Versuchsanleitungen
Literatur:	Angabe in den Versuchsanleitungen zu den einzelnen Versuchen

## PM 2 Experimentalphysikalisches Seminar

Modulbezeichnung:	Experimentalphysikalisches Seminar
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	Ab 1. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozent:	Prof. Dr. F. Träger, Prof. Dr. R. Matzdorf, Prof. Dr. Th. Baumert, Prof. Dr. A. Ehresmann, Prof. Dr. J.P. Reithmaier, im Wechsel
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	M. Sc. in Physik, Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Anleitung zur Konzeption eines Vortrags, Seminarvorträge der Teilnehmer
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit 2h x 15 = 30h, Selbststudium 60h, in der Summe 90 Stunden
Kreditpunkte:	4 Credits (davon 3 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	Zulassung zum Masterstudium in Physik
Lernziele / Kompetenzen:	Physikalische Themen anhand von Literatur selbst zu erarbeiten. Übersichtliche Präsentationsfolien zu erstellen Verständliche Darstellung des Themas in einem Vortrag unter Einhaltung der Zeitvorgabe.
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Vertiefung der Fähigkeit zum selbstständigen Einarbeiten in wissenschaftliche Fragestellung. Vertiefung der Fähigkeit zu einer experimentalphysikalischen Fragestellung einen Vortrag auszuarbeiten. Vertiefung der Fähigkeit übersichtliche und verständliche Vortragsfolien zu erstellen und für die Präsentation mit Beamer vorzubereiten. Vertiefung der Fähigkeit in freier Rede die wissenschaftlichen Inhalte so vorzustellen, dass sie für den Zuhörer interessant, überzeugend und verständlich sind. Vertiefung der Fähigkeit eine wissenschaftliche Diskussion zu dem Vortragsthema zu führen und auf Fragen kompetent zu antworten.
Inhalt:	Wechselnde Inhalte
Studien-, Prüfungsleistungen:	Seminarvortrag mit wissenschaftlicher Diskussion (insgesamt 45–60 min)
Medienformen:	Vortrag, Folien, Beamer
Literatur:	Sekundärliteratur

## PM 3 Theorieseminar

Modulbezeichnung:	Theorieseminar
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Semester:	Ab 1. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozent:	Prof. Dr. G. Pastor, Prof. Dr. M. Garcia, Prof. Dr. M. Lein, im Wechsel
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	M. Sc. in Physik, Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Anleitung zur Konzeption eines Vortrags, Seminarvorträge der Teilnehmer
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit 2h x 15 = 30h, Selbststudium 60h, in der Summe 90 Stunden
Kreditpunkte:	4 Credits (davon 3 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	Zulassung zum Masterstudium in Physik
Lernziele / Kompetenzen:	<p>Physikalische Themen anhand von Literatur selbst zu erarbeiten.</p> <p>Übersichtliche Präsentationsfolien zu erstellen</p> <p>Verständliche Darstellung des Themas in einem Vortrag unter Einhaltung der Zeitvorgabe.</p>
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	<p>Vertiefung der Fähigkeit zum selbstständigen Einarbeiten in wissenschaftliche Fragestellung.</p> <p>Vertiefung der Fähigkeit zu einer physikalischen Fragestellung aus der theoretischen Physik einen Vortrag auszuarbeiten.</p> <p>Vertiefung der Fähigkeit übersichtliche und verständliche Vortragsfolien zu erstellen und für die Präsentation mit Beamer vorzubereiten.</p> <p>Vertiefung der Fähigkeit in freier Rede die wissenschaftlichen Inhalte so vorzustellen, dass sie für den Zuhörer interessant, überzeugend und verständlich sind.</p> <p>Vertiefung der Fähigkeit eine wissenschaftliche Diskussion zu dem Vortragsthema zu führen und auf Fragen kompetent zu antworten.</p>
Inhalt:	Wechselnde Inhalte
Studien-, Prüfungsleistungen:	Seminarvortrag mit wissenschaftlicher Diskussion (insgesamt 45–60 min)
Medienformen:	Vortrag, Folien, Beamer
Literatur:	Sekundärliteratur

## PM 4 Fachliche Spezialisierung

Modulbezeichnung:	Fachliche Spezialisierung
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Einzelbetreuung im Forschungslabor
Semester:	Ab 3. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozent:	Alle Professoren der Physik
Sprache:	Deutsch, z.T. englisch
Zuordnung zum Curriculum:	M. Sc. in Physik, Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Einzelbetreuung im Forschungslabor, ganztags
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit 450 Stunden
Kreditpunkte:	15 Credits (davon 3 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	F-Praktikum MA Experimentalphysikalisches Seminar Theorieseminar
Lernziele / Kompetenzen:	Erwerb der Fähigkeit sich in ein Spezialgebiet der aktuellen, internationalen physikalischen Forschung einzuarbeiten.  Erwerb der Fähigkeit die aktuelle internationale Fachliteratur für das Spezialgebiet zu recherchieren und zu verstehen.
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Verbesserung der eigenen Lern- und Arbeitstechniken Ausbau der Teamfähigkeit Kommunikationsfähigkeit in deutsch und englisch internationale und interkulturelle Erfahrung Gewinnung der Überzeugung, dass es möglich ist, sich auf der Basis des erworbenen breiten physikalischen Wissens in ein beliebiges Spezialgebiet der Physik innerhalb weniger Monate soweit einzuarbeiten, dass eine Teilnahme an der aktuellen internationalen Forschung auf diesem Gebiet möglich ist.
Inhalt:	Einarbeitung in ein Spezialgebiet der aktuellen internationalen Forschung, das in einem der Fachgebiete am Institut für Physik vertreten ist.
Studien-, Prüfungsleistungen:	Seminarvortrag mit wissenschaftlicher Diskussion (insgesamt 30-60 min)
Medienformen:	Einzelbetreuung im Forschungslabor
Literatur:	Wissenschaftliche Literatur aus internationalen Zeitschriften

**PM 5 Methodenkenntnis und Projektplanung**

Modulbezeichnung:	Methodenkenntnis und Projektplanung
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Einzelbetreuung im Forschungslabor
Semester:	Ab 3. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozent:	Alle Professoren der Physik
Sprache:	Deutsch, z.T. englisch
Zuordnung zum Curriculum:	M. Sc. in Physik, Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Einzelbetreuung im Forschungslabor, ganztags
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit 450 Stunden
Kreditpunkte:	15 Credits (davon 3 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	F-Praktikum MA Experimentalphysikalisches Seminar Theorieseminar Fachliche Spezialisierung im selben Fachgebiet
Lernziele / Kompetenzen:	Erwerb der Fähigkeit ein eigenes Forschungsprojekt zu konzipieren. Fähigkeit die Voraussetzungen für das Gelingen eines eigenen Projektes zu schaffen.
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Verbesserung der eigenen Lern- und Arbeitstechniken Ausbau der Teamfähigkeit Kommunikationsfähigkeit in deutsch und englisch internationale und interkulturelle Erfahrung Zeitmanagement Handeln nach den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis
Inhalt:	Vertiefung der Kenntnisse in den experimentellen und theoretischen Methoden eines Spezialgebiet der aktuellen internationalen Forschung, das in einem der Fachgebiete am Institut für Physik vertreten ist. Konkrete Planung des eigenen Forschungsvorhabens in Zusammenarbeit mit dem Betreuer. Konstruktion und Beschaffung von benötigten Bauteilen Durchführung von Vorexperimenten. Einarbeitung in die Verfahren zu Modellierung und Simulation die in einer theoretischen Masterarbeit zum Einsatz kommen sollen.
Studien-,	Seminarvortrag mit wissenschaftlicher Diskussion

Prüfungsleistungen:	(insgesamt 30–60 min)
Medienformen:	Einzelbetreuung im Forschungslabor
Literatur:	Wissenschaftliche Literatur aus internationalen Zeitschriften

## PM 6 Masterarbeit

Modulbezeichnung:	Masterarbeit
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Einzelbetreuung im Forschungslabor
Semester:	Ab 3. Semester
Modulverantwortliche:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozent:	Alle Professoren der Physik
Sprache:	Deutsch, z.T. englisch
Zuordnung zum Curriculum:	M. Sc. in Physik, Pflichtmodul
Lehrform / SWS:	Einzelbetreuung im Forschungslabor, ganztags
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit 900 Stunden
Kreditpunkte:	30 Credits (davon 10 Credits für Schlüsselkompetenzen)
Voraussetzungen:	F-Praktikum MA Experimentalphysikalisches Seminar Theorieseminar Fachliche Spezialisierung im selben Fachgebiet Methodenkenntnis und Projektplanung im selben Fachgebiet
Lernziele / Kompetenzen:	Erwerb der Fähigkeit Experimente oder theoretische Methoden in einem physikalischen Spezialgebiet zu konzipieren und durchzuführen, die Ergebnisse im Lichte der verschiedensten physikalischen Phänomene einzuordnen und Schlussfolgerungen für technische Entwicklungen und den Fortschritt der Wissenschaft daraus zu ziehen.  Erwerb des notwendigen Durchhaltevermögens, um in Forschungs- und Entwicklungsprojekten mit Fehlschlägen, unerwarteten Schwierigkeiten und Verzögerungen umzugehen und ggf. mit modifizierter Strategie dennoch zum Ziel zu kommen.  Erwerb der Fähigkeit komplexe physikalische Sachverhalte und eigene Forschungsergebnisse im Kontext der aktuellen internationalen Forschung umfassend zu diskutieren und in schriftlicher (Masterarbeit) und mündlicher Form (Vortrag mit freier Diskussion) darzustellen.
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Projektmanagement Ausbau der Teamfähigkeit Kommunikationsfähigkeit in deutsch und englisch internationale und interkulturelle Erfahrung Zeitmanagement Handeln nach den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis

Inhalt:	<p>Durchführung eines Forschungsprojektes (experimentell oder theoretisch).</p> <p>Auswertung der gewonnenen Ergebnisse.</p> <p>Diskussion der Ergebnisse im Kontext der wissenschaftlichen Literatur.</p> <p>Niederschrift einer wissenschaftlichen Arbeit (Masterarbeit) über das Forschungsprojekt.</p> <p>Ausarbeitung eines wissenschaftlichen Vortrags über das Projekt.</p>
Studien-, Prüfungsleistungen:	<p>Masterarbeit und Masterkolloquium (ca. 45–60 min incl. wissenschaftlicher Diskussion).</p> <p>Das Masterkolloquium findet im Rahmen eines Arbeitsgruppen-seminars statt. Bei der Benotung der Masterarbeit wird neben der schriftlichen Leistung auch die mündliche Präsentation im Masterkolloquium berücksichtigt.</p>
Medienformen:	
Literatur:	Wissenschaftliche Literatur aus internationalen Zeitschriften

## WT 1 Theoretische Festkörperphysik

Modulbezeichnung:	Theoretische Festkörperphysik
ggf. Kürzel:	Theoretische Festkörperphysik
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung, Übung
Semester:	ab 1. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozenten:	Prof. Dr. G. Pastor, Prof. Dr. M. Garcia, Prof. Dr. M. Lein
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	M. Sc. in Physik, Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 6h x 15 = 90h, Selbststudium: 150h, Summe = 240 Stunden
Kreditpunkte:	8 Credits
Voraussetzungen:	Zulassung zum Masterstudium in Physik
Lernziele / Kompetenzen:	<p>Verständnis der Erhaltungsgrößen in periodischen Systemen. Kenntnisse der Berechnung und Anwendung von Bandstrukturen und Dispersionsfunktionen.</p> <p>Einsicht in die verschiedenen kollektiven Zustände der Materie in der Festkörperphysik: Magnetismus, Supraleitung, Suprafluidität, Quanten-Hall-Effekt.</p> <p>Fähigkeit, die moderne Literatur zur Festkörperphysik zu verstehen.</p>
Inhalt:	<p>Translationssymmetrien. Bloch-Theorem in 1D. Schwach periodisches Potential: Lösung der Schrödinger-Gleichung. Kristallstruktur: Bravais-Gitter, Richtungen und Ebenen in Kristallen. Das reziproke Gitter: Fourier-Analyse, die Brillouin-Zone. Bloch-Theorem in 3D. Die Tight-Binding-Näherung. Zustandsdichte und Green-Funktionen: Rekursionsmethode.</p> <p>Fermi-Fläche und Bandstrukturen von Metallen, Halbleitern und Halbmetallen. Oberflächen. Ungeordnete Systeme. Zweite Quantisierung: Bosonen und Fermionen. Dichteoperator. Das Elektronengas. Die Hartree-Fock-Näherung. Phononen. Phonon-Phonon-Wechselwirkung Elektron-Phonon-Wechselwirkung. Fröhlich-Hamiltonian. Supraleitung: das Cooper-Problem, BCS-Theorie. Magnetismus: die Stoner-Theorie, der Hubbard-Hamiltonoperator, Molekularfeld-Näherungen, Antiferromagnetismus, Magnonen. Halbleiter: Exzitonen, Bloch-Gleichungen. Der Kondo-Effekt. Der Quanten-Hall-Effekt. Ladungstransport: der Kubo-Formalismus, die Boltzmann-Gleichung. Spintronics. Physik von Nanostrukturen.</p>
Studienleistung	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen,
Prüfungsleistung	Klausur (2-3 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)

	Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien, Beamer
Literatur:	Festkörperphysik, N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, Oldenbourg. Introduction to Solid State Physics, C. Kittel, John Wiley. Quantum Theory of Solids, C. Kittel, John Wiley. Solid State Physics, G. Grosso and G. Pastori Parravicini, Academic Press. Theoretische Festkörperphysik, G. Czycholl, Vieweg. Quantentheorie des Magnetismus I und II, W. Nolting, Teubner Quantenfeldtheorie des Festkörpers, H. Haken, Teubner Electrons and Phonons, J. M. Ziman, Oxford

## WT 2 Quantenmechanik II

Modulbezeichnung:	Quantenmechanik II
ggf. Kürzel:	Quantenmechanik II
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung, Übung
Semester:	ab 1. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozenten:	Prof. Dr. G. Pastor, Prof. Dr. M. Garcia, Prof. Dr. M. Lein, im Wechsel
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	M. Sc. in Physik, Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS, Übung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 6h x 15 = 90h, Selbststudium: 150h, Summe = 240 Stunden
Kreditpunkte:	8 Credits
Voraussetzungen:	Zulassung zum Masterstudium in Physik
Lernziele / Kompetenzen:	Beherrschung der Theorie nichtrelativistischer quantenmechanischen Phänomene, insbesondere hinsichtlich ihrer physikalischen Interpretation, des zugrundeliegenden mathematischen Formalismus und der Anwendung der wichtigsten Näherungsmethoden.  Verständnis der Physik wechselwirkender Vielteilchensysteme. Herstellen des Bewusstseins über die Grenzen der nichtrelativistischen Quantenmechanik und über die Erweiterungen wie Feldquantisierung.
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Aus der Vielfalt von Beispielanwendungen statischer und zeitabhängiger Effekte sollen sowohl eine solide methodologische Basis als auch die quantenmechanische Intuition entwickelt werden, die eine reibungslose Fortsetzung des Studium sichern, z.B., in Richtung Statistischer Physik, Festkörperphysik und anderer spezialisierter Forschungsgebiete.
Inhalt:	<b>Symmetrien in der Quantenmechanik.</b> Äquivalente Darstellungen. Gruppeneigenschaften. Zeitentwicklung. Parallele Versetzung. Impuls. Darstellung der Drehgruppe. Drehimpulsoperator. Parität. Polare und axiale Vektoren. Auswahlregeln. Zeitumkehrinvarianz. Kramers-Entartung. <b>Zeitabhängige Störungstheorie.</b> Wechselwirkungsbild. Dyson-Entwicklung. Konstante und harmonische Störungen. Resonanzbedingung. Fermis Goldene Regel. Photoelektrischer Effekt, Magnetische Resonanz. Linienverbreiterung. <b>Bemerkungen zu Messprozessen.</b> Stern-Gerlach-Experimente. Kohärente Spinsysteme. EPR-Paradoxon. Bell-Ungleichungen. <b>Identische Teilchen.</b> Symmetrie der Wellenfunktion. Fermionen und Bosonen. Austauschwechselwirkung. He-Atom. Zweite Quantisierung. <b>Näherungsmethoden für Elektronensysteme.</b> Hartree-Fock-Näherung. Post-Hartree-Fock-Methoden. Grundbegriffe der Dichtefunktional-Theorie. <b>Quantentheorie der elektromagnetischen Strahlung.</b> Kanonische

	<p>Quantisierung. Photonen. Erzeuger und Vernichter. Licht-Materie-Wechselwirkung. Emission und Absorption.</p> <p><b>Streutheorie.</b> Zeitunabhängiger Formalismus. Lippmann-Schwinger-Gleichung. Bornsche Näherung. Optisches Theorem. Zeitabhängiger Formalismus.</p> <p><b>Ausblick in die relativistische Quantenmechanik.</b> Dirac-Gleichung. Relativistische Kovarianz. Nichtrelativistischer Limes. Das Wasserstoffatom.</p>
Studienleistung	Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen,
Prüfungsleistung	Klausur (60–180 min) oder mündliche Prüfung (15–30 min)
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien, Beamer
Literatur:	<p>Messiah, Quantenmechanik 1 und 2, Gruyter</p> <p>Landau und Lifschitz, Lehrbuch der theoretischen Physik, Bd. 3, Harri Deutsch</p> <p>Sakurai, Modern Quantum Mechanics + Advanced Quantum Mechanics, Addison Wesley</p> <p>Bjorken und Drell, Relativistic Quantum Mechanics, McGraw-Hill</p>

## WE 1 Laserphysik und nichtlineare Optik

Modulbezeichnung:	Laserphysik und nichtlineare Optik
ggf. Kürzel:	Laserphysik
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung
Semester:	ab 1. Semester
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. F. Träger
Dozenten:	Prof. Dr. F. Träger
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	M. Sc. in Physik, Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 4h x 15 = 60h, Selbststudium: 120h, Summe = 180 Stunden
Kreditpunkte:	6 Credits
Voraussetzungen:	Zulassung zum Masterstudium in Physik
Lernziele / Kompetenzen:	<p>Grundlegendes Verständnis der Wirkungsweise von Lasern und der Eigenschaften von Laserlicht.</p> <p>Übersicht über die wichtigsten Lasertypen.</p> <p>Kenntnis der grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der nichtlinearen Optik und deren Anwendungen</p>
Inhalt:	<p><u>Laserphysik:</u>  Wechselwirkung von Licht mit Materie, spontane Emission, induzierte Emission und Absorption, Inversion und deren Erzeugung, Wirkungsweise von Lasern und Masern, Eigenschaften von Laserlicht, Kohärenz, Resonatoren, transversale und longitudinale Resonatormoden, Modenselektion, kontinuierliche und gepulste Laser, Güteschaltung, Modenkopplung, ultrakurzer Laserpulse, Festkörper-, Gas- und Flüssigkeitslaser inklusive Freie-Elektronen- und Röntgenlaser, Laserstabilisierung.</p> <p><u>Nichtlineare Optik:</u>  Suszeptibilitätstensoren, Prozesse 2. und 3. Ordnung, Phasenanpassung, Frequenzvervielfachung und -mischung, Optisch Parametrische Oszillatoren, Nichtlineare laserspektroskopische Methoden</p>
Studien-, Prüfungsleistungen:	<p>Klausur (1–2 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)</p> <p>Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.</p>
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien
Literatur:	F. Träger (Editor): Handbook of Optics, Springer

	<p>K. Kneubühl, M.W. Sigrist, Laser, Teubner</p> <p>D. Meschede, Optik, Licht und Laser, Teubner</p> <p>Demtröder, Laserspektroskopie, Springer</p> <p>E. Hecht: Optik, Addison-Wesley</p> <p>H. Paul: Nichtlineare Optik, Akademie-Verlag</p> <p>R.W. Boyd: Nonlinear Optics, Academic Press</p>
--	---

## WE 2 Angewandte Halbleiterphysik

Modulbezeichnung:	Angewandte Halbleiterphysik
ggf. Kürzel:	Halbleiterphysik
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung, Übung
Semester:	ab 1. Semester
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. J.P. Reithmaier
Dozenten:	Prof. Dr. J.P. Reithmaier
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	M. Sc. in Physik, Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 4h x 15 = 60h, Selbststudium: 120h, Summe = 180 Stunden
Kreditpunkte:	6 Credits
Voraussetzungen:	Zulassung zum Masterstudium in Physik
Lernziele / Kompetenzen:	Grundlegendes Verständnis der Halbleiterphysik Kenntnisse über die Funktionsweise und Herstellungsmethoden der wichtigsten elektronischen bzw. optoelektronischen Bauelemente
Inhalt:	Auffrischung der wichtigsten festkörperphysikalischen Grundlagen und Konzepte am Beispiel von Halbleitern Einführung in die Grundlagen der Halbleiterphysik Elektronische und optische Eigenschaften von Halbleitern Herstellung und Eigenschaften von elektronischen und optoelektronischen Bauelementen, z.B. Bipolar und Feldeffekttransistoren, Thyristoren, Quanteneffektbauelemente, Leucht- und Laserdioden, nanostrukturierte Bauelemente, etc.
Studien-, Prüfungsleistungen:	Prüfungsleistung: Klausur (ca. 2 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min) Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien
Literatur:	S.M. Sze, "Semiconductor Devices: Physics and Technology", John Wiley & Sons, 1985. S.M. Sze, "Physics of Semiconductor Devices", John Wiley & Sons, 2nd Edition, 1981. S.M. Sze, "Modern Semiconductor Device Physics", John Wiley & Sons, 1997

	<p>Rudolf Müller, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 1 (Grundlagen der Halbleiterelektronik)", Springer-Verlag, 7. Aufl., 1995.</p> <p>Rudolf Müller, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 2 (Bauelemente der Halbleiterelektronik)", Springer-Verlag, 4. Aufl., 1991.</p> <p>Walter Heywang, Hans W. Pötzl, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 3 (Bänderstruktur und Stromtransport)", Springer-Verlag, 1976.</p> <p>Günter Winstel, Claus Weyrich, "Halbleiter-Elektronik, Bd. 10 (Optoelektronik I: Lumineszenz- und Laserdioden)", Springer-Verlag, 1980.</p>
--	--

## WE 3 Halbleiterlaser

Modulbezeichnung:	Halbleiterlaser
ggf. Kürzel:	Halbleiterlaser
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung, Übung
Semester:	ab 1. Semester
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. J.P. Reithmaier
Dozenten:	Prof. Dr. J.P. Reithmaier
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	M. Sc. in Physik, Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 3 SWS, Übung 1 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 4h x 15 = 60h, Selbststudium: 120h, Summe = 180 Stunden
Kreditpunkte:	6 Credits
Voraussetzungen:	Zulassung zum Masterstudium in Physik
Lernziele / Kompetenzen:	Verständnis der Grundlagen der Laserphysik inklusive statischem und dynamischen Verhaltens  Kenntnisse über die Funktionsweise und Herstellungsmethoden der wichtigsten Halbleiterlasertypen und Überblick über die aktuelle Forschung
Integrierter Erwerb von Schlüsselkompetenzen	Fähigkeit sich selbständig in ein aktuelles Forschungsthema einzuarbeiten, Fachliteratur zu verstehen und die Thematik verständlich zu präsentieren
Inhalt:	Einführung in die Grundlagen der Laserphysik  Quantenmechanische Beschreibung der optischen Materialverstärkung  Schwellenbedingung in Halbleiterlasern  Optische Rückkopplung durch Resonatoren und Gittern  Beschreibung des dynamischen Verhaltens  Herstellung und Eigenschaften von speziellen Lasertypen, z.B. DFB-Laser, Hochleistungslaser, Mikrolaser, VCSEL, Quantenpunktlaser und Quantenkaskadenlasern  Einführung in aktuelle Forschungsthemen
Studien-, Prüfungsleistungen:	Prüfungsleistung: Klausur (ca. 2 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)  Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien

Literatur:	<p>L.A. Coldren, S.W. Corzine, "Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits", Wiley &amp; Sons, 1995.</p> <p>H. Ghafouri-Shiraz, B.S.K. Lo, "Distributed Feedback Laser Diodes: Principles and Physical Modelling", Wiley &amp; Sons, 1996.</p> <p>A. Yariv, "Optical Electronics in Modern Communications", Oxford Univ. Press, 5. Aufl., 1997.</p> <p>K.J. Ebeling, "Integrierte Optoelektronik", Springer Verlag, 2. Aufl., 1992.</p> <p>R.G. Hunsperger, "Integrated Optics", Springer Verlag, 4. Aufl., 1995.</p> <p>W.W. Chow, St.W. Koch, Murray Sargent III, "Semiconductor - Laser Physics", Springer Verlag, 1994</p> <p>S.M. Sze, "Semiconductor Devices: Physics and Technology", John Wiley &amp; Sons, 1985.</p>
------------	--

**WE 4 Ultrakurze Laserpulse und ihre Anwendung**

Modulbezeichnung:	Ultrakurze Laserpulse und ihre Anwendung
ggf. Kürzel:	Laserpulse
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung
Semester:	ab 1. Semester
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. T. Baumert
Dozenten:	Prof. Dr. T. Baumert, PD Dr. M. Wollenhaupt
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	M. Sc. in Physik, Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 2h x 15 = 30h, Selbststudium: 60h, Summe = 90 Stunden
Kreditpunkte:	3 Credits
Voraussetzungen:	Zulassung zum Masterstudium in Physik
Lernziele / Kompetenzen:	<p>Kennenlernen der Grundlagen zur Erzeugung, Ausbreitung, Manipulation und Charakterisierung ultrakurzer Laserpulse in Theorie und entsprechenden experimentellen Aufbauten.</p> <p>Kennenlernen aktueller Anwendungsgebiete mit Verständnis für die zugrunde liegende Theorie und für die entsprechenden experimentellen Aufbauten, sowie mit einem detaillierten Verständnis der kurzpulsspezifischen Vorzüge für die entsprechenden Gebiete</p>
Inhalt:	<p>1. Grundlagen zur Erzeugung, Ausbreitung, Manipulation und Charakterisierung ultrakurzer Laserpulse.</p> <p>2. Anwendungsbeispiele zum Beispiel aus Femtochemie, Reaktionssteuerung, Quantenoptik, 3D-Lichtmikroskopie, (Nano-) Materialbearbeitung und weitere</p>
Studien-, Prüfungsleistungen:	<p>Prüfungsleistung: Klausur (1–2 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)</p> <p>Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.</p>
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien
Literatur:	<p>Wollenhaupt M, Assion A, Baumert T. Femtosecond Laser Pulses: Linear Properties, Manipulation, Generation and Measurement. In: Springer Handbook of Lasers and Optics. Springer, 2007: in print. Auf Homepage EPIII erhältlich</p> <p>Brixner T, Pfeifer T, Gerber G, Wollenhaupt M, Baumert T. Optimal Control of Atomic, Molecular and Electron Dynamics With Tailored Femtosecond Laser Pulses. In: "Femtosecond Laser Spectroscopy". Springer Verlag,</p>

	<p>2005: 225–266. Auf Homepage EPIII erhältlich</p> <p>Rulliere C. Femtosecond Laser Pulses. Principles and Experiments. Berlin: Springer, 2004.</p> <p>Diels JC, Rudolph W. Ultrashort Laser Pulse Phenomenon : Fundamentals, Techniques, and Applications on a Femtosecond Time Scale (Optics and Photonics Series). Academic Press, 2006.</p> <p>Trebino R. Frequency-Resolved Optical Gating: The Measurement of Ultrashort Laser Pulses. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2000.</p>
--	---

## WE 5 Dünnschichtphysik und Physik mit Synchrotronstrahlung

Modulbezeichnung:	Dünnschichtphysik und Physik mit Synchrotronstrahlung
ggf. Kürzel:	Dünne Schichten
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung
Semester:	ab 1. Semester
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. A. Ehresmann
Dozenten:	Prof. Dr. A. Ehresmann
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	M. Sc. in Physik, Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 2h x 15 = 30h, Selbststudium: 60h, Summe = 90 Stunden
Kreditpunkte:	3 Credits
Voraussetzungen:	Zulassung zum Masterstudium in Physik
Lernziele / Kompetenzen:	<p>Grundlegende Kenntnisse und Überblick über Abscheide- und Charakterisierungsmethoden dünner Schichten</p> <p>Verständnis elektrischer, mechanischer und magnetischer Eigenschaften dünner Schichten und Kenntnis von Verfahren zu deren gezielter Manipulation</p> <p>Kenntnisse über magnetische Kopplungsphänomene zwischen dünnen Schichten und deren Einsatz in der Technik</p> <p>Grundlegende Kenntnisse über die Eigenschaften von Synchrotronstrahlung und Überblick über deren Einsatzmöglichkeiten</p> <p>Kenntnisse von elementspezifischen Analysemethoden zur Materialuntersuchung mit Hilfe von Synchrotronstrahlung</p> <p>Prinzipielle Kenntnisse über den Ablauf von Lithografieprozessen, speziell der Röntgenlithografie und des LIGA-Verfahrens</p>
Inhalt:	<p>Die Vorlesung wird mit jährlichem Schwerpunktswechsel „Dünne Schichten“ bzw. „Physik mit Synchrotronstrahlung“ gehalten:</p> <p><b>Dünnschichtphysik</b></p> <p>Abscheidungstechniken</p> <p>Schichtwachstum</p> <p>Analysemethoden für dünne Schichten</p> <p>Elektrische, mechanische und magnetische Eigenschaften dünner Schichten</p> <p>Magnetische Anisotropien Exchange-Bias</p> <p>Zwischenschichtaustauschkopplung</p> <p>Magnetowiderstandseffekte</p> <p>Magnetische Strukturierung</p>

	<p><b>Physik mit Synchrotronstrahlung</b></p> <p>Theorie der Synchrotronstrahlung  Aufbau einer Anlage zur Erzeugung von Synchrotronstrahlung  Wiggler und Undulatoren  Free-Electron-Laser  Röntgenfluoreszenzanalyse  EXAFS, NEXAFS  Magnetischer Röntgenschwächungsmechanismus  LIGA-Verfahren und Röntgenlithografie</p>
Studien-, Prüfungsleistungen:	<p>Prüfungsleistung: Klausur (1–2 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)</p> <p>Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.</p>
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien, Beamer
Literatur:	<p><b>Dünnschichtphysik</b></p> <p>M. Ohring: The Materials Science of Thin Films, Academic Press, 2002, 2. Auflage  D. L. Smith: Thin-Film Deposition, McGraw Hill, 1995  K. N. Tu: Electronic Thin Film Science, McMillan 1992  R. C. O'Handley: Modern Magnetic Materials, Wiley 2000</p> <p><b>Synchrotronstrahlung</b></p> <p>Synchrotron Light (CD), Springer Verlag  K. Wille: Physik der Teilchenbeschleuniger und Synchrotronstrahlungsquellen, Teubner Verlag  J.D. Jackson: Classical Electrodynamics, Wiley  C. Kunz (Editor): Synchrotron Radiation, Springer Verlag  P.J. Duke: Synchrotron Radiation: Production and Properties, Oxford Science</p>

## WE 6 Oberflächenphysik

Modulbezeichnung:	Oberflächenphysik
ggf. Kürzel:	
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Vorlesung
Semester:	ab 1. Semester
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. R. Matzdorf
Dozenten:	Prof. Dr. R. Matzdorf
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	M. Sc. in Physik, Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 2 SWS
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 2h x 15 = 30h, Selbststudium: 60h, Summe = 90 Stunden
Kreditpunkte:	3 Credits
Voraussetzungen:	Zulassung zum Masterstudium in Physik
Lernziele / Kompetenzen:	<p>Kenntnis der Funktionsweise und des Potentials experimenteller Techniken aus der Oberflächenphysik.</p> <p>Kenntnis der Methoden zur Beschreibung von Oberflächen und ihrer Eigenschaften.</p> <p>Fähigkeit zur Argumentation im Ortsraum und reziprokem Raum.</p>
Inhalt:	<p><b>Experimentelle Methoden der Oberflächenphysik</b></p> <p>Beugung langsamer Elektronen (LEED)  Photoelektronenspektroskopie (XPS)  Auger-Elektronenspektroskopie (AES)  Winkelaufgelöste Photoelektronenspektroskopie (ARPES)  Rastertunnelmikroskopie und -spektroskopie (STM / STS)  Thermodesorptionspektroskopie (TDS)</p> <p><u>Systeme und Effekte:</u>  Elektronische Oberflächenzustände  Adsorbatsysteme  Rekonstruktion von Oberflächen</p>
Studien-, Prüfungsleistungen:	<p>Prüfungsleistung: Klausur (1–2 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)</p> <p>Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.</p>
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien, Beamer
Literatur:	G. Ertl und J. Küppers, Low energy electrons and surface chemistry, VCH-Verlag

	<p>M. Henzler, Oberflächenphysik des Festkörpers, Teubner, 1994</p> <p>Surface Crystallography, L. J. Clarke, Wiley, 1985</p> <p>Electron Spectroscopy for Surface Analysis, H. Ibach (Editor), Springer, 1997</p> <p>Fundamentals of Surface and Thin Film Analysis, L. C. Feldmann and J. W. Mayer, North-Holland, 1986</p> <p>Handbook of Surface Science, K. Horn and M. Scheffler, North-Holland, 2000</p> <p>Physics of Surfaces and Interfaces, H. Ibach, Springer, 2006</p>
--	---

## WE 7 Astrophysik/Astronomie

Modulbezeichnung:	Astrophysik/Astronomie
ggf. Kürzel:	Astrophysik
ggf. Untertitel:	
ggf. Lehrveranstaltungen:	Zwei Vorlesungen
Semester:	ab 1. Semester
Modulverantwortlicher:	Studiendekan (Prof. Dr. R. Matzdorf)
Dozenten:	Prof. Dr. Bosch, Prof. Dr. B. Fricke
Sprache:	deutsch
Zuordnung zum Curriculum:	M. Sc. in Physik, Wahlpflichtmodul
Lehrform / SWS:	Vorlesung 4 SWS verteilt auf 2 Semester
Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 4h x 15 = 60h, Selbststudium: 120h, Summe = 180 Stunden
Kreditpunkte:	6 Credits
Voraussetzungen:	Zulassung zum Masterstudium in Physik
Lernziele / Kompetenzen:	<p>Wie an keiner anderer Stelle in der Physik wird in der Astronomie und Astrophysik das Zusammenwirken fast aller Gebiete der Physik deutlich: Atom- und Molekülphysik, Plasma- und Kernphysik, Elementarteilchenphysik sowie theoretische Konzepte aus der klassischen Mechanik bis zur Relativitätstheorie, von der Spektroskopie bis zur Stoßphysik.</p> <p>In dieser Veranstaltung kommt es auf den Überblick und die Prinzipien sowie das Zusammenspiel der diversen Teilgebiete an.</p>
Inhalt:	<p>1. Teil</p> <p>Koordinatensysteme: azimutale, äquatoriale und ekliptikale und deren Umrechnungen; Ursprung und Verständnis der Präzession und Nutation der Erde; Zeit und Zeitrechnung: Definition; Tag und dessen Ungleichheit im Ablauf, Siderisches, tropisches und anomalistisches Jahr. Julianischer und Gregorianischer Kalender sowie deren Definition mit kulturhistorischen Rückblick. Mondbahn sowie Sonnen- und Mondfinsternisse mit Saroszyklus.</p> <p>Planetenbewegung und deren Bahnelemente. Neuere Methoden in der Planetenastronomie (Radarecho, Delay-Doppler-Methode etc).</p> <p>Besprechung der Physischen Eigenschaften der Planeten mit Behandlung des Vielkörperproblems am Beispiel der Trojaner; Kometen und Meteore.</p> <p>2. Teil</p> <p>Physik der Sonne und der Sterne; Strahlungstheorie und deren Gesetze; Scheinbare und wahre Helligkeiten; Farbindices; Hertzsprung-Russell Diagramm, Leuchtkraftklassen, Masse-Leuchtkraftbeziehung; Doppelsterne und Bedeckungsveränderliche, Massenaustausch,; Novae, Supernovae und Pulsare. Beobachtungsinstrumente: Refraktoren, Reflektoren, Radioastronomie sowie Detektoren in anderen</p>

	<p>Wellenlängenbereichen; Interferenzmethoden.</p> <p>Thermische Anregung und Ionisation in Plasmen; T- und p-Verteilung in Sternatmosphären. Rechnungen zur Sternentwicklung: Aufstellung der Differentialgleichungen. Kernprozesse: Fusion und Spaltung, p-p-Prozesse, Bethe-Weiszäcker Prozess, Fusion der Elemente oberhalb von Eisen mit s- und r-Prozess. Diskussion der Ergebnisse dieser Rechnungen anhand von Originalpublikationen, die das Vorgehen der Wissenschaft deutlich lässt.</p>
Studien-, Prüfungsleistungen:	<p>Prüfungsleistung: Klausur (1–2 Stunden) oder mündliche Prüfung (30 min)</p> <p>Art der Prüfung, Prüfungstermin und Dauer der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung mitgeteilt.</p>
Medienformen:	Vorlesung, Tafel, Folien, Beamer
Literatur:	<p>H.H. Voigt: Abriss der Astronomie, BI Taschenbuch</p> <p>H. Scheffler und H. Elsässer: Physik der Sterne und der Sonne, BI Taschenbuch</p> <p>A. Unsöld: Der neue Kosmos, Springer Taschenbuch 16/17</p> <p>R. und H. Sexl: Weiße Zwerge – Schwarze Löcher, rororo Vieweg und viele mehr</p>

This Diploma Supplement model was developed by the European Commission, Council of Europe and UNESCO/ CEPES. The purpose of the supplement is to provide sufficient independent data to improve the international 'transparency' and fair academic and professional recognition of qualifications (diplomas, degrees, certificates etc.). It is designed to provide a description of the nature, level, context, content and status of the studies that were pursued and successfully completed by the individual named on the original qualification to which this supplement is appended. It should be free from any value judgements, equivalence statements or suggestions about

## Diploma Supplement

### 1. Holder of the Qualification

- 1.1 Family name(s)
  - 1.2 First name(s)
  - 1.3 Date of Birth (day, month, year)
  - 1.4 Place of Birth
  - 1.5 Country of Birth
  - 1.6 Student ID Number or person Code
- 

### 2. Qualification

- |  |   |
|--|---|
| 2.1 Name of Qualification                  | Bachelor of Science   |
| Qualification Abbreviated                  | B. Sc.  |
| Name of Title                              | Bachelor of Science   |
| Title Abbreviated                          | B. Sc.  |
| 2.2 Main Field(s) of Study                 | Physics   |
| 2.3 Institution Awarding the Qualification | University of Kassel  |
| Department of                              | Department of Science   |
| Status (Type/Control)                      | University / State Institution  |
| 2.4 Institution Administering Studies      | University of Kassel, Department of Science   |
| Status (Type/Control)                      | University / State Institution  |
| 2.5 Language of Instruction/ Examination   | German  |
| <br>                                       |   |
| <b>3. Level of Qualification</b>           | First Cycle Qualification   |
| 3.1 Level of Qualification                 | Three years   |
| 3.2 Official Length of Program             | Secondary school leaving examination as "Allgemeine Hochschulreife" or "Fachgebundene Hochschulreife" or "Fachhochschulreife" or equivalent, cf. Sec. 8.7 |
| 3.3 Access Requirement(s)                  |   |

## Diploma Supplement

**U N I K A S S E L**  
**V E R S I T Ä T**

#### 4. Contents and Results Gained

##### 4.1 Mode of Study

Full-time

##### 4.2 Program Requirements/ Qualification Profile of the Graduate

The program contains compulsory modules in the following fields:  
Experimental Physics (34 Credits)  
Theoretical physics (32 Credits)  
Mathematics (36 Credits)  
Lab-courses (30 Credits)  
and modules with 21 Credits in interdisciplinary fields.

Learning outcomes: well-grounded knowledge and core competencies in physics

In detail see "Bachelor Certificate" for list of courses.

##### 4.3 Program Details

##### 4.4 Grading Scheme

Grading scheme cf. Sec. 8.6. In order to get a better differentiation, grades can be raised or lowered by 0.3 to intermediate values; however, the following grades are not permitted: 0.7, 4.3, 4.7, 5.3  
Additionally: ECTS Grading scheme cf. Sec 8.6

##### 4.5 Overall Classification

Sehr gut / gut / befriedigend / ausreichend  
Based on the accumulation of grades received during the study program and the bachelor thesis.

#### 5. Function of the Qualification

##### 5.1 Access to Further Study

Qualification to apply for a Master program

##### 5.2 Professional Status

The bachelor-degree is a first job qualification degree. It qualifies for professional work in fields related to physics.

## Diploma Supplement

**U N I K A S S E L**  
**V E R S I T Ä T****6. Additional Information**

## 6.1 Additional Information

## 6.2 Further Information Sources

<http://www.physik.uni-kassel.de>

**7. Certification**

This Diploma Supplement refers to the following original documents:

Urkunde über die Verleihung des Grades Bachelor of Science vom [date]

Prüfungszeugnis vom [date]

Transcript of Records vom [date]

Certification Date

Official Stamp /  
Seal

Chairman Examination  
Committee

## 8. Information on the German National Higher Education System<sup>1</sup>

### 8.1 Types of Institutions and Institutional Status

Higher education (HE) studies in Germany are offered at three types of Higher Education Institutions (HEI).<sup>2</sup>

– *Universitäten* (Universities) including various specialized institutions, offer the whole range of academic disciplines. In the German tradition, universities focus in particular on basic research so that advanced stages of study have mainly theoretical orientation and research-oriented components.

– *Fachhochschulen* (Universities of Applied Sciences) concentrate their study programmes in engineering and other technical disciplines, business-related studies, social work, and design areas. The common mission of applied research and development implies a distinct application-oriented focus and professional character of studies, which include integrated and supervised work assignments in industry, enterprises or other relevant institutions.

– *Kunst- und Musikhochschulen* (Universities of Art/Music) offer studies for artistic careers in fine arts, performing arts and music; in such fields as directing, production, writing in theatre, film, and other media; and in a variety of design areas, architecture, media and communication.

Higher Education Institutions are either state or state-recognized institutions. In their operations, including the organization of studies and the designation and award of degrees, they are both subject to higher education legislation.

### 8.2 Types of Programmes and Degrees Awarded

Studies in all three types of institutions have traditionally been offered in integrated "long" (one-tier) programmes leading to *Diplom-* or *Magister Artium* degrees or completed by a *Staatsprüfung* (State Examination).

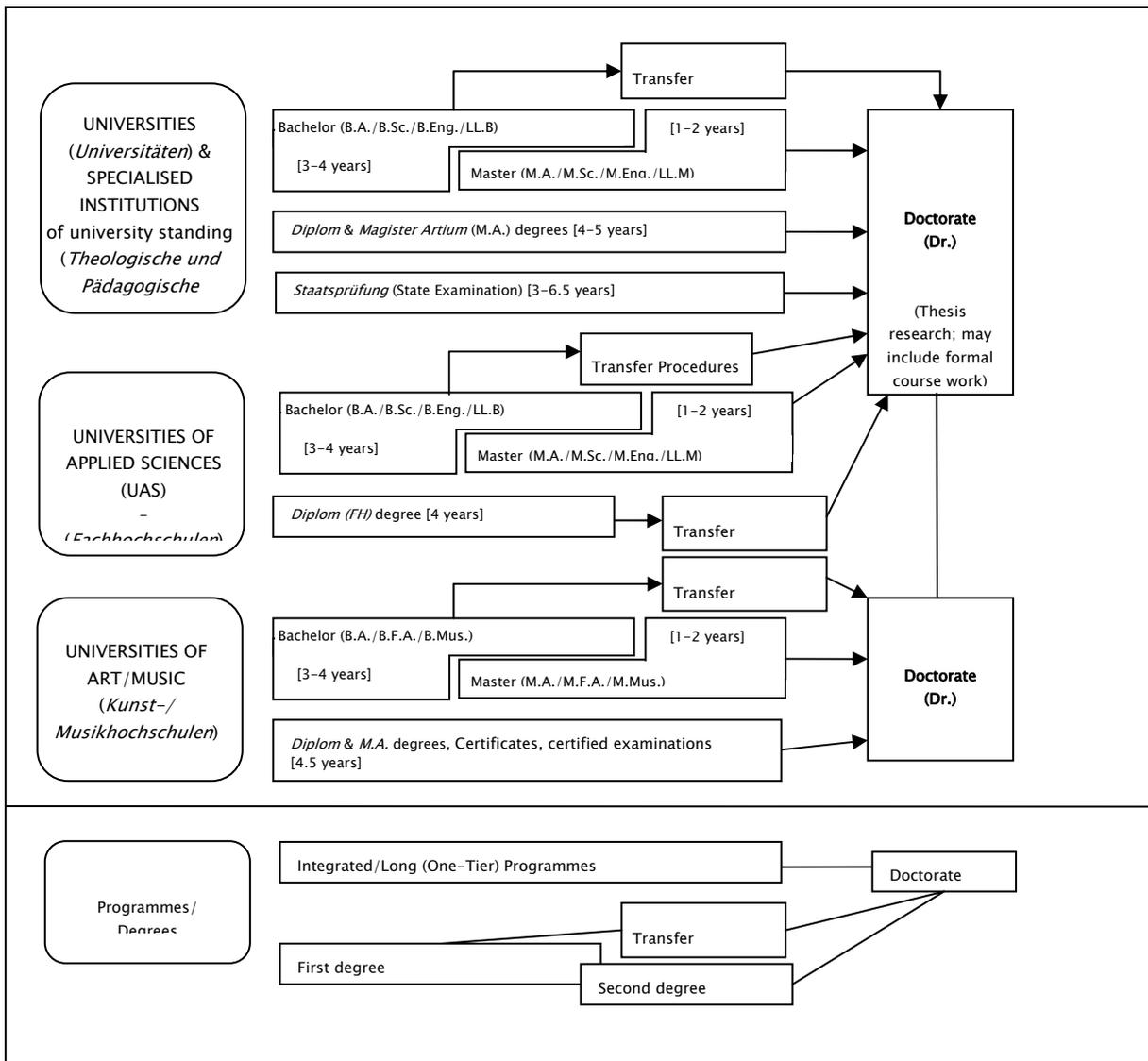
Within the framework of the Bologna-Process one-tier study programmes are successively being replaced by a two-tier study system. Since 1998, a scheme of first- and second-level degree programmes (Bachelor and Master) was introduced to be offered parallel to or instead of integrated "long" programmes. These programmes are designed to provide enlarged variety and flexibility to students in planning and pursuing educational objectives, they also enhance international compatibility of studies.

For details cf. Sec. 8.4.1, 8.4.2, and 8.4.3 respectively. Table 1 provides a synoptic summary.

### 8.3 Approval/Accreditation of Programmes and Degrees

To ensure quality and comparability of qualifications, the organization of studies and general degree requirements have to conform to principles and regulations established by the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany (KMK).<sup>3</sup> In 1999, a system of accreditation for programmes of study has become operational under the control of an Accreditation Council at national level. All new programmes have to be accredited under this scheme; after a successful accreditation they receive the quality-label of the Accreditation Council.<sup>4</sup>

Table 1: Institutions, Programmes and Degrees in German Higher Education



## 8.4 Organization and Structure of Studies

The following programmes apply to all three types of institutions. Bachelor's and Master's study courses may be studied consecutively, at various higher education institutions, at different types of higher education institutions and with phases of professional work between the first and the second qualification. The organization of the study programmes makes use of modular components and of the European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS) with 30 credits corresponding to one semester.

### 8.4.1 Bachelor

Bachelor degree study programmes lay the academic foundations, provide methodological skills and lead to qualifications related to the professional field. The Bachelor degree is awarded after 3 to 4 years.

The Bachelor degree programme includes a thesis requirement. Study courses leading to the Bachelor degree must be accredited according to the Law establishing a Foundation for the Accreditation of Study Programmes in Germany.<sup>5</sup> First degree programmes (Bachelor) lead to Bachelor of Arts (B.A.), Bachelor of Science (B.Sc.), Bachelor of Engineering (B.Eng.), Bachelor of Laws (LL.B.), Bachelor of Fine Arts (B.F.A.) or Bachelor of Music (B.Mus.).

### 8.4.2 Master

Master is the second degree after another 1 to 2 years. Master study programmes must be differentiated by the profile types "more practice-oriented" and "more research-oriented". Higher Education Institutions define the profile of each Master study programme.

The Master degree study programme includes a thesis requirement. Study programmes leading to the Master degree must be accredited according to the Law establishing a Foundation for the Accreditation of Study Programmes in Germany.<sup>6</sup> Second degree programmes (Master) lead to Master of Arts (M.A.), Master of Science (M.Sc.), Master of Engineering (M.Eng.), Master of Laws (L.L.M), Master of Fine Arts (M.F.A.) or Master of Music (M.Mus.). Master study programmes, which are designed for continuing education or which do not build on the preceding Bachelor study programmes in terms of their content, may carry other designations (e.g. MBA).

### 8.4.3 Integrated "Long" Programmes (One-Tier): *Diplom degrees, Magister Artium, Staatsprüfung*

An integrated study programme is either mono-disciplinary (*Diplom* degrees, most programmes completed by a *Staatsprüfung*) or comprises a combination of either two major or one major and two minor fields (*Magister Artium*). The first stage (1.5 to 2 years) focuses on broad orientations and foundations of the field(s) of study. An Intermediate Examination (*Diplom-Vorprüfung* for *Diplom* degrees; *Zwischenprüfung* or credit requirements for the *Magister Artium*) is prerequisite to enter the second stage of advanced studies and specializations. Degree requirements include submission of a thesis (up to 6 months duration) and comprehensive final written and oral examinations. Similar regulations apply to studies leading to a *Staatsprüfung*. The level of qualification is equivalent to the Master level.

– Integrated studies at *Universitäten (U)* last 4 to 5 years (*Diplom* degree, *Magister Artium*) or 3 to 6.5 years (*Staatsprüfung*). The *Diplom* degree is awarded in engineering disciplines, the natural sciences as well as economics and business. In the humanities, the corresponding degree is usually the *Magister Artium* (M.A.). In the social sciences, the practice varies as a matter of institutional traditions. Studies preparing for the legal, medical, pharmaceutical and teaching professions are completed by a *Staatsprüfung*.

The three qualifications (*Diplom*, *Magister Artium* and *Staatsprüfung*) are academically equivalent. They qualify to apply for admission to doctoral studies. Further prerequisites for admission may be defined by the Higher Education Institution, cf. Sec. 8.5.

– Integrated studies at *Fachhochschulen (FH)*/Universities of Applied Sciences (UAS) last 4 years and lead to a *Diplom (FH)* degree. While the *FH/UAS* are non-doctorate granting institutions, qualified graduates may apply for admission to doctoral studies at doctorate-granting institutions, cf. Sec. 8.5.

– Studies at *Kunst- and Musikhochschulen* (Universities of Art/Music etc.) are more diverse in their organization, depending on the field and individual objectives. In addition to *Diplom/Magister* degrees, the integrated study programme awards include Certificates and

certified examinations for specialized areas and professional purposes.

### 8.5 Doctorate

Universities as well as specialized institutions of university standing and some Universities of Art/Music are doctorate-granting institutions. Formal prerequisite for admission to doctoral work is a qualified Master (UAS and U), a *Magister* degree, a *Diplom*, a *Staatsprüfung*, or a foreign equivalent. Particularly qualified holders of a Bachelor or a *Diplom (FH)* degree may also be admitted to doctoral studies without acquisition of a further degree by means of a procedure to determine their aptitude. The universities respectively the doctorate-granting institutions regulate entry to a doctorate as well as the structure of the procedure to determine aptitude. Admission further requires the acceptance of the Dissertation research project by a professor as a supervisor.

### 8.6 Grading Scheme

The grading scheme in Germany usually comprises five levels (with numerical equivalents; intermediate grades may be given): "*Sehr Gut*" (1) = Very Good; "*Gut*" (2) = Good; "*Befriedigend*" (3) = Satisfactory; "*Ausreichend*" (4) = Sufficient; "*Nicht ausreichend*" (5) = Non-Sufficient/Fail. The minimum passing grade is "*Ausreichend*" (4). Verbal designations of grades may vary in some cases and for doctoral degrees.

In addition institutions may already use the ECTS grading scheme, which operates with the levels A (best 10 %), B (next 25 %), C (next 30 %), D (next 25 %), and E (next 10 %).

### 8.7 Access to Higher Education

The General Higher Education Entrance Qualification (*Allgemeine Hochschulreife, Abitur*) after 12 to 13 years of schooling allows for admission to all higher educational studies. Specialized variants (*Fachgebundene Hochschulreife*) allow for admission to particular disciplines. Access to *Fachhochschulen* (UAS) is also possible with a *Fachhochschulreife*, which can usually be acquired after 12 years of schooling. Admission to Universities of Art/Music may be based on other or require additional evidence demonstrating individual aptitude.

Higher Education Institutions may in certain cases apply additional admission procedures.

### 8.8 National Sources of Information

- *Kultusministerkonferenz (KMK)* [Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany]; Lennéstrasse 6, D-53113 Bonn; Fax: +49[0]228/501-229; Phone: +49[0]228/501-0
- Central Office for Foreign Education (ZaB) as German NARIC; www.kmk.org; E-Mail: zab@kmk.org
- "Documentation and Educational Information Service" as German EURYDICE-Unit, providing the national dossier on the education system (www.kmk.org/doku/bildungswesen.htm; E-Mail: eurydice@kmk.org)
- *Hochschulrektorenkonferenz (HRK)* [German Rectors' Conference]; Ahrstrasse 39, D-53175 Bonn; Fax: +49[0]228/887-110; Phone: +49[0]228/887-0; www.hrk.de; E-Mail: sekr@hrk.de
- "Higher Education Compass" of the German Rectors' Conference features comprehensive information on institutions, programmes of study, etc. ([www.higher-education-compass.de](http://www.higher-education-compass.de))

<sup>1</sup> The information covers only aspects directly relevant to purposes of the Diploma Supplement. All information as of 1 July 2005.

<sup>1</sup> *Berufsakademien* are not considered as Higher Education Institutions, they only exist in some of the *Länder*. They offer educational programmes in close cooperation with private companies. Students receive a formal degree and carry out an apprenticeship at the company. Some *Berufsakademien* offer Bachelor courses which are recognized as an academic degree if they are accredited by a German accreditation agency.

<sup>1</sup> Common structural guidelines of the *Länder* as set out in Article 9 Clause 2 of the Framework Act for Higher Education (HRG) for the accreditation of Bachelor's and Master's study courses (Resolution of the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany of 10.10.2003, as amended on 21.4.2005).

<sup>1</sup> "Law establishing a Foundation 'Foundation for the Accreditation of Study

Programmes in Germany”, entered into force as from 26.2.2005, GV. NRW. 2005, nr. 5, p. 45 in connection with the Declaration of the *Länder* to the Foundation “Foundation: Foundation for the Accreditation of Study Programmes in Germany” (Resolution of the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany of 16.12.2004.

<sup>1</sup> See note No. 4.

<sup>1</sup> See note No. 4.

This Diploma Supplement model was developed by the European Commission, Council of Europe and UNESCO/ CEPES. The purpose of the supplement is to provide sufficient independent data to improve the international ‘transparency’ and fair academic and professional recognition of qualifications (diplomas, degrees, certificates etc.). It is designed to provide a description of the nature, level, context, content and status of the studies that were pursued and successfully completed by the individual named on the original qualification to which this supplement is appended. It should be free from any value judgements, equivalence statements or suggestions about

**Diploma Supplement**

**1. Holder of the Qualification**

1.1 Family name(s)

1.2 First name(s)

1.3 Date of Birth (day, month, year)

1.4 Place of Birth

1.5 Country of Birth

1.6 Student ID Number or person Code

<b>2. Qualification</b>	
2.1 Name of Qualification	Master of Science
Qualification Abbreviated	M. Sc.
Name of Title	Master of Science
Title Abbreviated	M. Sc.
2.2 Main Field(s) of Study	Physics
2.3 Institution Awarding the Qualification	University of Kassel
Department of	Department of Science
Status (Type/Control)	University / State Institution
2.4 Institution Administering Studies	University of Kassel, Department of Science
Status (Type/Control)	University / State Institution
2.5 Language of Instruction/ Examination	German
<b>3. Level of Qualification</b>	Graduate / Second Cycle Qualification with research-related thesis
3.1 Level of Qualification	Two years
3.2 Official Length of Program	Bachelor degree or equivalent in physics and a particular qualification for a master program in physics.
3.3 Access Requirement(s)	

#### 4. Contents and Results Gained

##### 4.1 Mode of Study

Full-time

##### 4.2 Program Requirements/ Qualification Profile of the Graduate

The Master program consists of one year education in advanced physics and one year working in a research lab.  
The master program contains modules from the following fields:  
Experimental physics (21–38 Credits)  
Theoretical physics (12–29 Credits)  
Non-physical fields (10–12 Credits)  
Research in experimental or theoretical physics (60 Credits)

In detail see “Master Certificate” for list of courses.

##### 4.3 Program Details

##### 4.4 Grading Scheme

Grading scheme cf. Sec. 8.6. In order to get a better differentiation, grades can be raised or lowered by 0.3 to intermediate values; however, the following grades are not permitted: 0.7, 4.3, 4.7, 5.3  
Additionally: ECTS Grading scheme cf. Sec 8.6

##### 4.5 Overall Classification

Sehr gut / gut / befriedigend / ausreichend  
Based on the accumulation of grades received during the study program and the master thesis.

#### 5. Function of the Qualification

##### 5.1 Access to Further Study

Qualification to apply for doctoral studies.

##### 5.2 Professional Status

The Master-degree is a second job qualification degree. It qualifies for professional work in physics.

**6. Additional Information**

6.1 Additional Information

6.2 Further Information Sources

<http://www.physik.uni-kassel.de>

**7. Certification**

This Diploma Supplement refers to the following original documents:

Urkunde über die Verleihung des Grades Master of Science vom [date]

Prüfungszeugnis vom [date]

Transcript of Records vom [date]

Certification Date

Official Stamp /  
Seal

Chairman Examination  
Committee

## 8. Information on the German National Higher Education System<sup>7</sup>

### 8.1 Types of Institutions and Institutional Status

Higher education (HE) studies in Germany are offered at three types of Higher Education Institutions (HEI).<sup>8</sup>

– *Universitäten* (Universities) including various specialized institutions, offer the whole range of academic disciplines. In the German tradition, universities focus in particular on basic research so that advanced stages of study have mainly theoretical orientation and research-oriented components.

– *Fachhochschulen* (Universities of Applied Sciences) concentrate their study programmes in engineering and other technical disciplines, business-related studies, social work, and design areas. The common mission of applied research and development implies a distinct application-oriented focus and professional character of studies, which include integrated and supervised work assignments in industry, enterprises or other relevant institutions.

– *Kunst- und Musikhochschulen* (Universities of Art/Music) offer studies for artistic careers in fine arts, performing arts and music; in such fields as directing, production, writing in theatre, film, and other media; and in a variety of design areas, architecture, media and communication.

Higher Education Institutions are either state or state-recognized institutions. In their operations, including the organization of studies and the designation and award of degrees, they are both subject to higher education legislation.

### 8.2 Types of Programmes and Degrees Awarded

Studies in all three types of institutions have traditionally been offered in integrated "long" (one-tier) programmes leading to *Diplom-* or *Magister Artium* degrees or completed by a *Staatsprüfung* (State Examination).

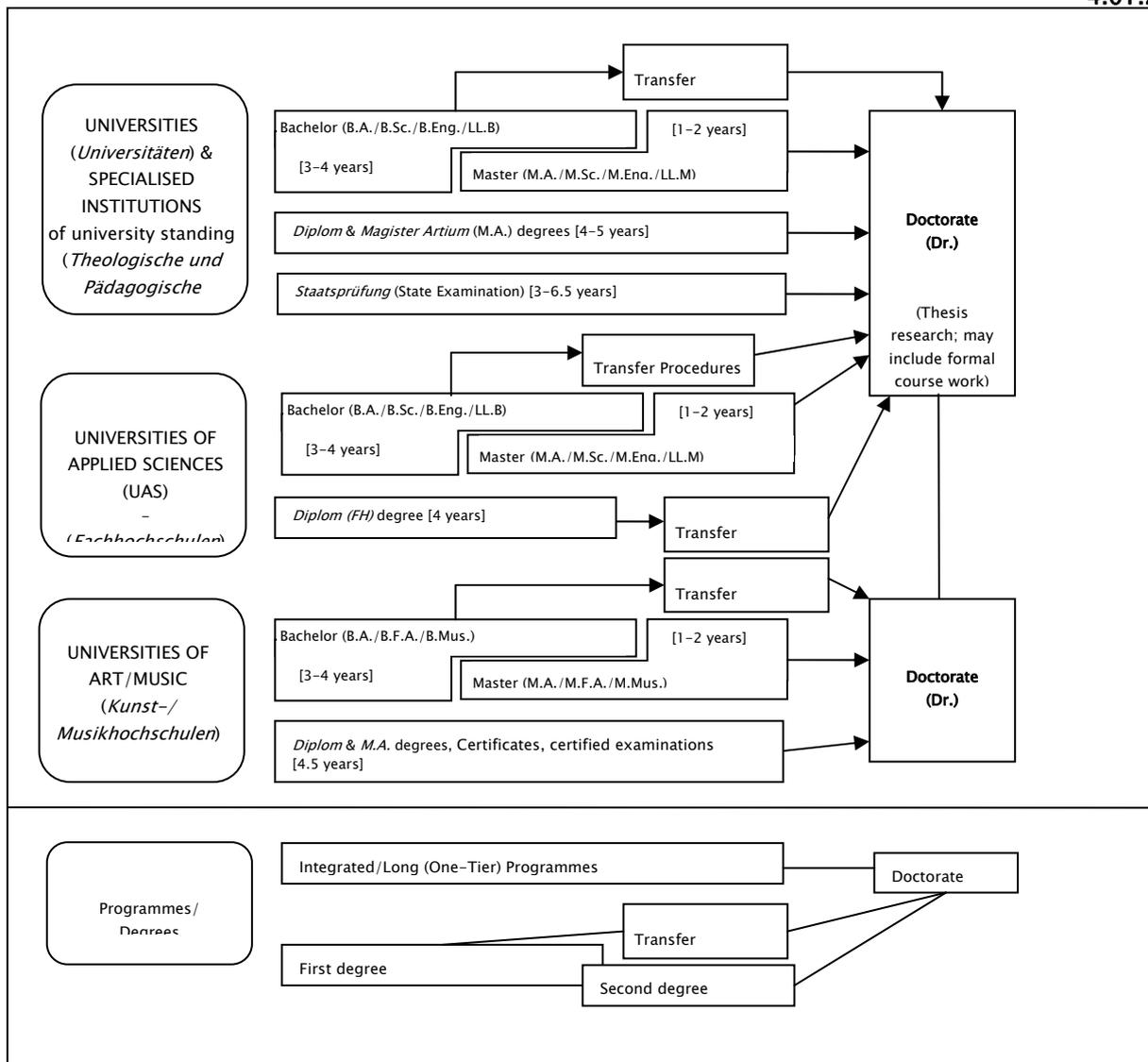
Within the framework of the Bologna-Process one-tier study programmes are successively being replaced by a two-tier study system. Since 1998, a scheme of first- and second-level degree programmes (Bachelor and Master) was introduced to be offered parallel to or instead of integrated "long" programmes. These programmes are designed to provide enlarged variety and flexibility to students in planning and pursuing educational objectives, they also enhance international compatibility of studies.

For details cf. Sec. 8.4.1, 8.4.2, and 8.4.3 respectively. Table 1 provides a synoptic summary.

### 8.3 Approval/Accreditation of Programmes and Degrees

To ensure quality and comparability of qualifications, the organization of studies and general degree requirements have to conform to principles and regulations established by the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany (KMK).<sup>9</sup> In 1999, a system of accreditation for programmes of study has become operational under the control of an Accreditation Council at national level. All new programmes have to be accredited under this scheme; after a successful accreditation they receive the quality-label of the Accreditation Council.<sup>10</sup>

**Table 1: Institutions, Programmes and Degrees in German Higher Education**



## 8.4 Organization and Structure of Studies

The following programmes apply to all three types of institutions. Bachelor's and Master's study courses may be studied consecutively, at various higher education institutions, at different types of higher education institutions and with phases of professional work between the first and the second qualification. The organization of the study programmes makes use of modular components and of the European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS) with 30 credits corresponding to one semester.

### 8.4.1 Bachelor

Bachelor degree study programmes lay the academic foundations, provide methodological skills and lead to qualifications related to the professional field. The Bachelor degree is awarded after 3 to 4 years.

The Bachelor degree programme includes a thesis requirement. Study courses leading to the Bachelor degree must be accredited according to the Law establishing a Foundation for the Accreditation of Study Programmes in Germany.<sup>xi</sup>

First degree programmes (Bachelor) lead to Bachelor of Arts (B.A.), Bachelor of Science (B.Sc.), Bachelor of Engineering (B.Eng.),

Bachelor of Laws (LL.B.), Bachelor of Fine Arts (B.F.A.) or Bachelor of Music (B.Mus.).

#### 8.4.2 Master

Master is the second degree after another 1 to 2 years. Master study programmes must be differentiated by the profile types "more practice-oriented" and "more research-oriented". Higher Education Institutions define the profile of each Master study programme.

The Master degree study programme includes a thesis requirement. Study programmes leading to the Master degree must be accredited according to the Law establishing a Foundation for the Accreditation of Study Programmes in Germany.<sup>xii</sup>

Second degree programmes (Master) lead to Master of Arts (M.A.), Master of Science (M.Sc.), Master of Engineering (M.Eng.), Master of Laws (L.L.M), Master of Fine Arts (M.F.A.) or Master of Music (M.Mus.). Master study programmes, which are designed for continuing education or which do not build on the preceding Bachelor study programmes in terms of their content, may carry other designations (e.g. MBA).

#### 8.4.3 Integrated "Long" Programmes (One-Tier): *Diplom* degrees, *Magister Artium*, *Staatsprüfung*

An integrated study programme is either mono-disciplinary (*Diplom* degrees, most programmes completed by a *Staatsprüfung*) or comprises a combination of either two major or one major and two minor fields (*Magister Artium*). The first stage (1.5 to 2 years) focuses on broad orientations and foundations of the field(s) of study. An Intermediate Examination (*Diplom-Vorprüfung* for *Diplom* degrees; *Zwischenprüfung* or credit requirements for the *Magister Artium*) is prerequisite to enter the second stage of advanced studies and specializations. Degree requirements include submission of a thesis (up to 6 months duration) and comprehensive final written and oral examinations. Similar regulations apply to studies leading to a *Staatsprüfung*. The level of qualification is equivalent to the Master level.

– Integrated studies at *Universitäten (U)* last 4 to 5 years (*Diplom* degree, *Magister Artium*) or 3 to 6.5 years (*Staatsprüfung*). The *Diplom* degree is awarded in engineering disciplines,

the natural sciences as well as economics and business. In the humanities, the corresponding degree is usually the *Magister Artium* (M.A.). In the social sciences, the practice varies as a matter of institutional traditions. Studies preparing for the legal, medical, pharmaceutical and teaching professions are completed by a *Staatsprüfung*.

The three qualifications (*Diplom*, *Magister Artium* and *Staatsprüfung*) are academically equivalent. They qualify to apply for admission to doctoral studies. Further prerequisites for admission may be defined by the Higher Education Institution, cf. Sec. 8.5.

– Integrated studies at *Fachhochschulen (FH)*/Universities of Applied Sciences (UAS) last 4 years and lead to a *Diplom (FH)* degree. While the *FH/UAS* are non-doctorate granting institutions, qualified graduates may apply for admission to doctoral studies at doctorate-granting institutions, cf. Sec. 8.5.

– Studies at *Kunst- and Musikhochschulen* (Universities of Art/Music etc.) are more diverse in their organization, depending on the field and individual objectives. In addition to *Diplom/Magister* degrees, the integrated study programme awards include Certificates and certified examinations for specialized areas and professional purposes.

#### 8.5 Doctorate

Universities as well as specialized institutions of university standing and some Universities of Art/Music are doctorate-granting institutions. Formal prerequisite for admission to doctoral work is a qualified Master (UAS and U), a *Magister* degree, a *Diplom*, a *Staatsprüfung*, or a foreign equivalent. Particularly qualified holders of a Bachelor or a *Diplom (FH)* degree may also be admitted to doctoral studies without acquisition of a further degree by means of a procedure to determine their aptitude. The universities respectively the doctorate-granting institutions regulate entry to a doctorate as well as the structure of the procedure to determine aptitude. Admission further requires the acceptance of the Dissertation research project by a professor as a supervisor.

## 8.6 Grading Scheme

The grading scheme in Germany usually comprises five levels (with numerical equivalents; intermediate grades may be given): "*Sehr Gut*" (1) = Very Good; "*Gut*" (2) = Good; "*Befriedigend*" (3) = Satisfactory; "*Ausreichend*" (4) = Sufficient; "*Nicht ausreichend*" (5) = Non-Sufficient/Fail. The minimum passing grade is "*Ausreichend*" (4). Verbal designations of grades may vary in some cases and for doctoral degrees.

In addition institutions may already use the ECTS grading scheme, which operates with the levels A (best 10 %), B (next 25 %), C (next 30 %), D (next 25 %), and E (next 10 %).

## 8.7 Access to Higher Education

The General Higher Education Entrance Qualification (*Allgemeine Hochschulreife, Abitur*) after 12 to 13 years of schooling allows for admission to all higher educational studies. Specialized variants (*Fachgebundene Hochschulreife*) allow for admission to particular disciplines. Access to *Fachhochschulen* (UAS) is also possible with a *Fachhochschulreife*, which can usually be acquired after 12 years of schooling. Admission to Universities of Art/Music may be based on other or require additional evidence demonstrating individual aptitude.

Higher Education Institutions may in certain cases apply additional admission procedures.

## 8.8 National Sources of Information

- *Kultusministerkonferenz (KMK)* [Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany]; Lennéstrasse 6, D-53113 Bonn; Fax: +49[0]228/501-229; Phone: +49[0]228/501-0
- Central Office for Foreign Education (ZaB) as German NARIC; www.kmk.org; E-Mail: zab@kmk.org
- "Documentation and Educational Information Service" as German EURYDICE-Unit, providing the national dossier on the education system (www.kmk.org/doku/bildungswesen.htm; E-Mail: eurydice@kmk.org)

- *Hochschulrektorenkonferenz (HRK)* [German Rectors' Conference]; Ahrstrasse 39, D-53175 Bonn; Fax: +49[0]228/887-110; Phone: +49[0]228/887-0; www.hrk.de; E-Mail: sekr@hrk.de
- "Higher Education Compass" of the German Rectors' Conference features comprehensive information on institutions, programmes of study, etc. (www.higher-education-compass.de)

<sup>1</sup> The information covers only aspects directly relevant to purposes of the Diploma Supplement. All information as of 1 July 2005.

<sup>1</sup> *Berufsakademien* are not considered as Higher Education Institutions, they only exist in some of the *Länder*. They offer educational programmes in close cooperation with private companies. Students receive a formal degree and carry out an apprenticeship at the company. Some *Berufsakademien* offer Bachelor courses which are recognized as an academic degree if they are accredited by a German accreditation agency.

<sup>1</sup> Common structural guidelines of the *Länder* as set out in Article 9 Clause 2 of the Framework Act for Higher Education (HRG) for the accreditation of Bachelor's and Master's study courses (Resolution of the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany of 10.10.2003, as amended on 21.4.2005).

<sup>1</sup> "Law establishing a Foundation 'Foundation for the Accreditation of Study Programmes in Germany'", entered into force as from 26.2.2005, GV. NRW. 2005, nr. 5, p. 45 in connection with the Declaration of the *Länder* to the Foundation "Foundation: Foundation for the Accreditation of Study Programmes in Germany" (Resolution of the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany of 16.12.2004.

<sup>1</sup> See note No. 4.

<sup>1</sup> See note No. 4.