

# **Modul –Handbuch**

## **Bachelor of Science**

**in**

## **Physik**

Ausbildungsabschnitte:

### **Basismodule**

Mit den Modulen Analysis 1-3 und Lineare Algebra

### **Fachmodule Experimentelle Physik**

Mit den Modulen Experimentelle Physik 1-6 und Praktikum 1-4

### **Fachmodule Theoretische Physik**

Mit den Modulen Mathematische Methoden und Theoretische Physik 1-4

### **Berufspraktische Fächer**

Mit den Modulen Elektronik, Elektronikpraktikum, Messmethoden, Programmierung und Computerphysik, Nichtphysikalisches Wahlfach, Berufsinformation, Vortragstechnik und Abschlussarbeit

Bei den Lehrpersonen sind mit den Dozenten der Experimentellen Physik auch die der Angewandten Physik eingeschlossen

Bachelor of Science in Physik

Übersicht

Semester	Basismodule	Exper. Physik	Theor. Physik	Berufsprak.Fächer	Summe SWS	Summe LP
VorSem	G0 SWS LP V/Ü 2	SWS LP V/Ü	SWS LP V/Ü	SWS LP V/Ü		
1	G1 4/2 9 G4 4/2 9	E1 4/2 8	TM 2/2 4		22	30
2	G2 4/2 9	E2 4/2 8 P1 4 4	T1 4/2 9		22	30
3	G3 3/1 6	E3 4/2 8 P2 4 6	T2 4/2 9	BI 1 1	21	30
4		E4 3/1 6 P3 4 6	T3 4/2 9	EL 3/1 6 CP1 1/1 3	20	30
5		E5 2/1 3 FP 6 6	T4 4/2 9	EP 3 5 CP2 1/1 2 W1 4 6 V 1 2	25	33
6		E6 2 3		MM 2 3 CP3 2/1 3 W2 4 6 A 12 12	23	27
Summen	22 33	45 57	28 40	38 50	133	180

**Bachelor-Modul G1****Analysis I**

**Verantwortlicher:** Prof. Dr. M. Schürmann

**Dozent(inn)en:** Professoren der Mathematik

**Modulziele:** Vertrautheit mit grundlegenden Konzepten der Mathematik

**Modulinhalte:**

Zahlenfolgen, Reihen, Potenzreihen, Grenzwerte, Stetigkeit und Differenzierbarkeit von Funktionen, Extremwertaufgaben, Kurvendiskussion, Taylorscher Satz, Unbestimmtes Integral, Bestimmtes Riemannsches Integral, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, Riemann-Stieltjes-Integral, Uneigentliche Integrale, Parameterintegrale und ihre Differentiation

**Lehrmethoden:** Vorlesung, Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:** Abitur

**Arbeitsaufwand:** 4 SWS Vorlesung, 2 SWS Übungen, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 9 LP, Klausur oder mdl. Prüfung nach Vorgabe des Dozenten

**Empfohlene Einordnung:** 1. Semester, WS

**Literatur:** H. Heuer: Lehrbuch der Analysis Teil I, Teubner  
H. Fischer, H. Kaul: Mathematik für Physiker Band 1: Grundkurs, Teubner  
O. Forster: Analysis 1, Vieweg

**Bachelor-Modul G2****Analysis II**

**Verantwortlicher:** Prof. Dr. M. Schürmann

**Dozent(inn)en:** Professoren der Mathematik

**Modulziele:** Vertrautheit mit grundlegenden Konzepten der Mathematik

**Modulinhalte:**

Grenzwerte, Stetigkeit und Differentiation von Funktionen mehrerer Veränderlicher, Extremwertaufgaben, Impliziter Funktionensatz, Taylorentwicklung  
Mehrfache Riemannsche Integrale, Oberflächenintegrale, Vektoranalysis  
Integralsätze, Uneigentliche Integrale, Parameterintegrale und ihre Differentiation

**Lehrmethoden:** Vorlesung, Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:** Analysis I

**Arbeitsaufwand:** 4 SWS Vorlesung, 2 SWS Übungen, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 9 LP, Klausur oder mdl. Prüfung nach Vorgabe des Dozenten

**Empfohlene Einordnung:** 2. Semester, SS

**Literatur:** H. Heuser: Lehrbuch der Analysis Teil 1 und 2, Teubner  
H. Fischer, H. Kaul: Lehrbuch der Analysis Teil 1: Grundkurs, Teubner  
O. Forster: Analysis 2, Vieweg

**Bachelor-Modul G3****Analysis III**

**Verantwortlicher:** Prof. Dr. M. Schürmann

**Dozent(innen):** Professoren der Mathematik

**Modulziele:** Kenntnis vertieftender Kapitel der Analysis

**Modulinhalte:**

Je nach Dozent (abhängig vom Lehrangebot durch die Mathematik) entweder a) oder b):

## a) Funktionentheorie

Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen, Analytische Funktionen  
Komplexe Kurvenintegrale, Integralsatz und Integralformel von Cauchy,  
Potenzreihenentwicklung holomorpher Funktionen, Identitätssatz für holomorphe Funktionen  
Singularitäten, Laurent-Entwicklung, Residuensatz  
Weierstraßscher Produktsatz, Meromorphe Funktionen, Elliptische Funktionen,  
Weierstraßsche p-Funktion, Zusammenhang mit elliptischen Integralen

## b) Differentialgleichungen

Existenz und Eindeutigkeit für Systeme gewöhnlicher Differentialgleichungen,  
Beispiele aus der Physik  
Partielle Differentialgleichungen 1. Ordnung, Hamilton-Jacobische Theorie  
Cauchy-Problem und Satz von Cauchy-Kowalewskaja  
Gleichungen 2. Ordnung und ihre Lösung mittels Fouriertransformation  
und Trennung der Variablen

**Lehrmethoden:** Vorlesung, Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:** Analysis I und II

**Arbeitsaufwand:** 3 SWS Vorlesung, 1 SWS Übungen, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 6 LP, Klausur oder mdl. Prüfung nach Vorgabe des Dozenten

**Empfohlene Einordnung:** 3. Semester, WS

- Literatur:**
- a) R. Remmert: Funktionentheorie 1 + 2, Springer  
E. Freitag, R. Busam: Funktionentheorie 1, Springer  
K. Jänich: Funktionentheorie, Springer
  - b) H. Heuser: Lehrbuch der Analysis Teil 2, Teubner  
H. Fischer, H. Kaul: Mathematik für Physiker, Teil 1 und 2, Teubner  
W. Preuß, H. Kirchner: Mathematik in Beispielen Band 8  
(Partielle Differentialgleichungen) Fachbuch Verlag Leipzig

**Bachelor-Modul G4****Lineare Algebra**

**Verantwortlicher:** Prof. Dr. M. Schürmann

**Dozent(inn)en:** Professoren der Mathematik

**Modulziele:** Vertrautheit mit grundlegenden Konzepten der Mathematik

**Modulinhalte:**

Mengen, Gruppen, Körper, Vektorräume und lineare Abbildungen, Matrizen  
Determinanten, Lineare Gleichungssysteme, Gaußscher Algorithmus  
Charakteristisches Polynom einer linearen Abbildung, Eigenwerte und –vektoren  
Euklidische und unitäre Vektorräume, Symmetrische und orthogonale Abbildungen  
Satz über die Hauptachsentransformation

**Lehrmethoden:** Vorlesung, Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:** Abitur

**Arbeitsaufwand:** 4 SWS Vorlesung, 2 SWS Übungen, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 9 LP, Klausur oder mdl. Prüfung nach Vorgabe des Dozenten

**Empfohlene Einordnung:** 1. Semester, WS

**Literatur:** K. Jänich: Lineare Algebra, Springer  
H. Grauert, H.-Ch. Grunau: Lineare Algebra und Analytische Geometrie,  
Oldenbourg  
H. Zieschang: Lineare Algebra und Geometrie, Teubner

## Bachelor-Modul E1

## Experimentelle Physik I (Mechanik und Wärmelehre)

**Verantwortlicher:** Prof. Dr. J. Meichsner

**Dozent(inn)en:** Dozenten der Experimentellen Physik

**Modulziele:** Die Studierenden

- kennen grundlegende Begriffe, Phänomene und Methoden der klassischen Mechanik
- kennen grundlegende Begriffe, Phänomene und Methoden der Wärmelehre
- sind in der Lage, Aufgaben der Mechanik und Wärmelehre selbständig zu lösen.

### **Modulinhalte:**

**Mechanik:** Physikalische Größen/Grundgrößen und Gleichungen, Kinematik des Massepunktes, Dynamik des Massepunktes (Kräfte, Inertialsysteme und beschleunigte Bezugssysteme), Arbeit, Leistung, Energie, Mechanische Schwingungen, Impuls und Drehimpuls, Drehbewegung starrer Körper, Erhaltungssätze, Elastische Eigenschaften fester Körper, Hydrostatik und Hydrodynamik

**Wärmelehre:** Physikalische Größen der Wärmelehre, Thermische Ausdehnung und Temperaturskala, Wärme, Wärmetransport, Ideale und reale Gase, Hauptsätze der Wärmelehre, Kreisprozesse, Aggregatzustände und Phasenumwandlungen, Kinetische Wärmetheorie (Boltzmann-Theorem, mikroskopische Analyse des Gasdrucks, Boltzmannscher Gleichverteilungssatz)

**Lehrmethoden:** Medienunterstützte Vorlesung mit Hörsaalexperimenten und von Tutoren betreute Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:** Abitur

**Arbeitsaufwand:** 4 SWS Vorlesung, 2 SWS Übungen, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 8 LP, Klausur oder mdl. Prüfung nach Vorgabe des Dozenten

**Empfohlene Einordnung:** 1. Semester, WS

**Literatur:** D. Meschede: Gehrtsen Physik, Springer  
W. Demtröder: Experimentalphysik I – Mechanik und Wärme Springer  
Bergmann-Schaefer – Experimentalphysik, Band 1, W. de Gruyter

**Bachelor-Modul E2****Experimentelle Physik II (Elektrizitätslehre und Optik)**

**Verantwortlicher:** Prof. Dr. J. Meichsner

**Dozent(inn)en:** Dozenten der Experimentellen Physik

**Modulziele:** Die Studierenden

- kennen grundlegende Begriffe, Phänomene und Methoden der klassischen Elektrizitätslehre
- kennen grundlegende Begriffe, Phänomene und Methoden der Wellenphysik/Wellenoptik und geometrischen Optik
- sind in der Lage, Aufgaben der Elektrizitätslehre, der Wellenoptik und geometrischen Optik selbständig zu lösen.

**Modulinhalte:**

**Elektrizitätslehre:** Eigenschaften elektrischer Ladungen und elektrostatischer Felder, Coulombsches Gesetz, Influenz, Feld der elektrischen Verschiebung, Kondensator, Nichtleiter im elektrischen Feld, Energie und Kraftwirkungen elektrischer Felder, stationärer Strom, Leitfähigkeit, Eigenschaften des Magnetfeldes stationärer Ströme, Magnetischer Fluß, Lorentzkraft, Induktionsgesetz und Lenzsche Regel, Magnetfelder in Materie, Energie und Kraftwirkungen magnetischer Felder, Wechselstrom und elektrische Schwingungen, Maxwell-Gleichungen

**Wellenoptik und geometrische Optik:** allgemeine Wellenlehre (Wellengleichung, ebene harmonische Welle, Welleneigenschaften), Interferenzen von Wellen (Beugung von Licht) Phasen- und Gruppengeschwindigkeit, Absorption und Polarisierung, Ausbreitung des Lichtes, Satz von Fermat, Abbildung durch Reflexion und Brechung, optische Instrumente

**Lehrmethoden:** Medienunterstützte Vorlesung mit Hörsaalexperimenten und von Tutoren betreute Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:** Vorlesung Experimentelle Physik I

**Arbeitsaufwand:** 4 SWS Vorlesung, 2 SWS Übungen, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 8 LP, Klausur oder mdl. Prüfung nach Vorgabe des Dozenten

**Empfohlene Einordnung:** 2. Semester, SS

**Literatur:** D. Meschede: Gehrtsen Physik, Springer  
W. Demtröder: Experimentalphysik II – Elektrizität und Optik Springer  
Bergmann-Schaefer – Experimentalphysik, Bände 2 und 3, W. de Gruyter

**Bachelor-Modul E3****Experimentelle Physik III (Atom- und Molekülphysik)**

**Verantwortlicher:** Prof. Dr. R. Hippler

**Dozent(inn)en:** Dozenten der Experimentellen Physik

**Modulziele:** Die Studierenden

- kennen grundlegende Begriffe, Phänomene und Methoden der Atom- und Molekülphysik
- sind in der Lage, Aufgaben der Atom- und Molekülphysik selbständig zu lösen.

**Modulinhalte:**

**Grenzen der klassischen Physik:** Photoelektrischer Effekt, Schwarzer Strahler und Strahlungsgesetze, Röntgenstrahlung, Radioaktivität, Bohrsches Atommodell, Welle-Teilchen-Dualismus, Compton-Streuung

**Atom- und Molekülphysik:** Quantenmechanische Beschreibung des Wasserstoffatoms, Wellenfunktion (Radial- und Kugelflächenfunktionen), Quantisierung der Energie, Bahn-Drehimpuls, Magnetisches Moment, Spin des Elektrons, Spin-Bahn-Kopplung, Zeeman-Effekt, g-Faktor, Feinstruktur des Wasserstoffspektrums mit Auswahlregeln, Lamb-Verschiebung, Pauliprinzip, Periodensystem der Elemente, Hundtsche Regeln, Funktionsprinzip des Lasers, Chemische Bindungen, Wasserstoff-Molekül und -ion, Molekülorbitale, Elektronische Zustände, Rotation, Schwingung, Übergänge und Auswahlregeln

**Lehrmethoden:** Vorlesung, Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:** Experimentalphysik I und II

**Arbeitsaufwand:** 4 SWS Vorlesung, 2 SWS Übungen, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 8 LP, Klausur oder mdl. Prüfung nach Vorgabe des Dozenten  
Prüfung zusammen mit E4 nach Ende von E4

**Empfohlene Einordnung:** 3. Semester, WS

**Literatur:** G. K. Woodgate: Elementare Struktur der Atome, Oldenbourg  
W. Demtröder: Experimentalphysik 3, Atome, Moleküle, Festkörper, Springer

**Bachelor-Modul E4****Experimentelle Physik IV (Festkörperphysik)**

**Verantwortlicher:** Prof. Dr. R. Hippler

**Dozent(inn)en:** Dozenten der Experimentellen Physik

**Modulziele:** Die Studierenden

- kennen grundlegende Begriffe, Phänomene und Methoden der Festkörperphysik
- sind in der Lage, Aufgaben der Festkörperphysik selbständig zu lösen.

**Modulinhalte:**

Bindungskräfte im Festkörper (van der Waals, ionisch, kovalent, metallisch), Kristallstrukturen (Bravais-Gitter, primitive Einheitszelle, Wigner-Seitz-Zelle, Miller-Indizes, reziprokes Gitter), Meßmethoden, Elastische Eigenschaften von Kristallen, akustische und optische Phononen, Dispersionsrelationen, Spezifische Wärme, Anharmonische Effekte. Freies Elektronengas in Metallen, Fast-freie Elektronen im Kristall (Blochsches Theorem, Energielücken, Fermi-Oberflächen und Brillouin-Zonen, Übergang zu Halbleitern und Isolatoren), Bandstrukturen, Ladungsträgerstatistik, Dotierung, pn-Übergang, Dielektrische Eigenschaften, Optische Anregungen in Metallen und Halbleitern, Plasmonen und Polaritonen, Magnetisierung, Dia-, Para-, Ferro- und Antiferromagnetismus, Supraleitung (Meißner-Effekt, London-Gleichung), Cooper-Paare, Flußquantisierung, Josephson-Effekt

**Lehrmethoden:** Vorlesung, Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:** Experimentalphysik I-III

**Arbeitsaufwand:** 3 SWS Vorlesung, 1 SWS Übungen, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 6 LP, Klausur oder mdl. Prüfung nach Vorgabe des Dozenten  
Prüfung zusammen mit E3

**Empfohlene Einordnung:** 4. Semester, WS

**Literatur:** Charles Kittel: Einführung in die Festkörperphysik, Oldenbourg  
Konrad Kopitzki: Einführung in die Festkörperphysik, Teubner  
Bergmann-Schaefer – Experimentalphysik, Band 6, W. de Gruyter

**Bachelor-Modul E5****Experimentelle Physik V (Kernphysik)**

**Verantwortlicher:** Prof. Dr. L. Schweikhard

**Dozent(inn)en:** Dozenten der Experimentellen Physik

**Modulziele:** Die Studierenden

- kennen grundlegende Begriffe, Phänomene und Methoden der Kernphysik
- sind in der Lage, Aufgaben der Kernphysik selbständig zu lösen.

**Modulinhalte:**

Ladung, Größe, Masse von Kernen, Rutherford-Streuung, Aufbau des Atomkerns aus Nukleonen, Isotope/Isobare/Isotone/Isomere, Bindungsenergien, Kernspin, magnetische Momente, Tröpfchenmodell (Bethe-Weizsäcker), Radioaktivität, Zerfallsarten, Zerfallsgesetz, Stabilitätskriterien,  $\alpha$ -Zerfall,  $\beta$ -Zerfall, Neutrinos,  $\gamma$ -Strahlung, Erhaltungssätze, Energiebilanzen, Kernmodelle, Kernkräfte, Nukleon-Nukleon-Streuung, Schalenmodell, magische Kerne, Kollektivmodell, Rotations- und Schwingungsanregung, Kernreaktionen, Wirkungsquerschnitte, Energieschwellen, Compound-Kern-Reaktionen, direkte Reaktionen, Kernspaltung (Uran), Kernfusion, Elementarteilchen-„Zoo“, Feynman-Graphen, Fermionen und Bosonen, Quarkmodell, Standardmodell der Teilchenphysik

**Lehrmethoden:** Vorlesung, Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:** Experimentalphysik I-IV

**Arbeitsaufwand:** 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übungen, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 3 LP, Klausur oder mdl. Prüfung nach Vorgabe des Dozenten  
Prüfung zusammen mit E6 nach Ende von E6

**Empfohlene Einordnung:** 5. Semester, SS

**Literatur:** Demtröder: Experimentalphysik 4, Springer  
Bethge, Walter, Wiedemann: Kernphysik, Springer  
Mayer-Kuckuk: Kernphysik, Teubner

**Bachelor-Modul E6****Experimentelle Physik VI (Plasmaphysik)**

**Verantwortlicher:** Prof. Dr. A. Melzer

**Dozent(inn)en:** Dozenten der Plasmaphysik

**Modulziele:** Die Studierenden

- kennen grundlegende Kenngrößen und Modelle zur Beschreibung von Plasmen
- kennen vielfältige Erscheinungsformen des Plasmazustandes und technische Anwendungen

**Modulinhalte:**

Physikalische Kenngrößen (Längen, Frequenzen, Energien) und Einteilung von Plasmen, Plasmen im thermodynamischen Gleichgewicht, Einteilchenmodell, Plasma als Vielteilchensystem (klassische Statistik, kinetische Gleichungen), Makroskopische (hydrodynamische) Beschreibung, Wellen in magnetisierten Plasmen, Plasmaanwendungen

**Lehrmethoden:** Vorlesung

**Empf. Vorkenntnisse:** Experimentelle Physik I-V, Theoretische Physik

**Arbeitsaufwand:** 2 SWS, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 3 LP, Klausur oder mdl. Prüfung nach Vorgabe des Dozenten  
Prüfung zusammen mit E5

**Empfohlene Einordnung:** 6. Semester, SS

**Literatur:** Bergmann-Schaefer-Experimentalphysik, Band 5, W. de Gruyter  
R. J. Goldstone, P. H. Rutherford: Plasmaphysik – Eine Einführung, Vieweg  
A. Dinklage et al. (Ed.): Plasma Physics, Springer

## Bachelor-Module P1-P3    Physikalisches Praktikum

**Verantwortlicher:** Prof. Dr. J. Meichsner, PD Dr. H.E. Wagner

**Dozent(inn)en:** Professoren der Experimentellen Physik, Praktikumsleiter

**Modulziele:** Die Studierenden

- kennen grundlegende Experimentiertechniken, Methoden der Datenanalyse und Regeln der Protokollführung
- besitzen nach Durchlauf der einzelnen Module ein vertieftes Verständnis der in der Vorlesung zur Experimentalphysik vermittelten Zusammenhänge
- haben es gelernt, in kleinen Gruppen zu arbeiten und die Experimente kritisch zu bewerten

### Modulinhalte:

#### P1

##### - Mechanik:

Kunst des Messens, Energieerhaltungssatz an der geeigneten Ebene, physikalisches Pendel, gekoppelte Pendel, Drehschwingungen, elastischer Stoß, Kreisel, Dehnung, Biegung, Torsion, Dichtebestimmung von Flüssigkeiten, Oberflächenspannung, laminare Strömungen, Viskosimeter (Kugelfall-, Rotations-), stehende Schallwellen

##### - Wärmelehre:

Kalorimetrie (spezifische Wärme von Metallen, Verdampfungswärme von Wasser), Ausdehnungskoeffizient (Luft, Hg), p(V)-Gesetz eines realen Gases (SF<sub>6</sub>, Äthan), Bestimmung des Adiabatenkoeffizienten im Kundtschen Rohr (Luft, CO<sub>2</sub>), Dampfdruckkurve von Wasser, Wärmepumpe, Joule-Thomson-Effekt, Wärmeleitung von Metallen, Thermohaus, Thermoelektrizität

#### P2

##### - Elektrizitätslehre:

Widerstände im Gleichstromkreis, Bauelemente im Wechselstromkreis, Elektronenstrahloszillograph, Wheatstonesche Brücke, Kompensationsmethode nach Poggendorf, elektrische Anpassung, Frequenzverhalten von RC-Gliedern, Frequenzverhalten eines Reihenschwingkreises, Faradaysches Induktionsgesetz, Magnetfeldmessung, Halbleiterdioden, Gleichrichterschaltungen und ihre Anwendung, Elektrolyse und Faradaysche Konstante, Hall-Effekt (an Halbleitern)

##### - Geometrische Optik:

Lichtbrechung und Linsengesetze, Mikroskop (Vergrößerung und Grenzen der Auflösung), Messung der Lichtgeschwindigkeit, Refraktometer nach Abbe

#### P3

##### - Wellenoptik:

Beugung des Lichtes am Spalt und Gitter, Newton-Ringe, Polarisation des Lichtes, Zeiss-Polarimeter, Prismen-Spektralapparat, Gitter-Spektralapparat, Diodenarray-Spektralphotometer

##### - Atomphysik:

Photoeffekt (h-Bestimmung, Solarzelle), e/m-Bestimmung, Strahlungsgesetze, Franck-Hertz-Versuch, Atomspektren und ihre Feinstruktur (Balmer-Serie, Na-Dublett, He), Röntgendosimetrie, Rutherford-Streuung, Statistik beim radioaktiven Zerfall, Halbwertszeit eines kurzlebigen Nuklids, Kernspektroskopie

**Lehrmethoden:** Praktikum in kleinen Gruppen, Selbststudium

**Empf. Vorkenntnisse:** die jeweiligen Vorlesungen Experimentelle Physik I-V

**Arbeitsaufwand:** je 4 SWS Praktikum, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** **P1:** 4 LP , **P2, P3:** 6LP; Versuchsprotokolle

**Empfohlene Einordnung:** 2. - 4. Sem., WS und SS

**Literatur:** Physikalisches Praktikum, Autorenkollektiv, Teubner  
Praktikum der Physik, Walcher, Teubner Studienbücher,  
H.-J. Eichler, H.-D. Kronfeldt, J. Sahn: Das neue physikalische  
Grundpraktikum, Springer

**Bachelor-Modul FP****Physikalisches Aufbaupraktikum****Verantwortlicher:**

Prof. Dr. R. Hippler, Dr. F. Herrmann

**Dozent(inn)en:**

Dozenten der Experimentellen Physik

**Modulziele:**

Erwerb von experimentelle Kenntnisse und Fertigkeiten, insbesondere von modernen Meßmethoden der Atom- und Molekülphysik, Festkörperphysik und Kernphysik

**Modulinhalte:**

Optisches Pumpen, Laser, Elektronspinresonanz, Kernspinresonanz, Hall-Effekt, Stirling-Motor, Röntgendiffraktion und Bremsstrahlung, Radiometer, Lecherleitung, Zeemann-Effekt, Stark-Effekt, Elektronenstoßionisation

**Lehrmethoden:**

Praktikum in kleinen Gruppen

**Empf. Vorkenntnisse:**

Vorlesungen E1-E4 und Praktika P1-P3

**Arbeitsaufwand:**

6 SWS Praktikum, Selbststudium

**Leistungsnachweis:**

6 LP, Versuchsprotokolle

**Empfohlene Einordnung:**

5. Semester, WS

**Literatur:**

L. Bergmann, Cl. Schaefer: Lehrbuch der Experimentalphysik, de Gruyter  
D. Meschede: Gerthsen Physik, Springer  
P. A. Tipler, G. Mosca: Physik, Elsevier/Spektrum

**Bachelor-Modul TM****Mathematische Methoden der Physik**

**Verantwortlicher:** Prof. Dr. K. Fesser

**Dozent(inn)en:** Dozenten der Theoretischen Physik

**Modulziele:** Vertrautheit mit den mathematischen Begriffen, die in den ersten beiden Semestern des Physikstudiums benötigt werden  
Wege zur praktischen Lösung einfacher mathematischer Probleme  
Einblick in die mathematischen Methoden der Physik

**Modulinhalte:**

Koordinatensysteme, Vektoranalysis, Komplexe Zahlen, Reihenentwicklungen, Integraltransformation, Differential- und Integralgleichungen

**Lehrmethoden:** Vorlesung, Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:** Abitur und/oder Vorkurs vor Vorlesungsbeginn

**Arbeitsaufwand:** 2 SWS Vorlesung, 2 SWS Übungen, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 4 LP, Klausur oder mdl. Prüfung nach Vorgabe des Dozenten

**Empfohlene Einordnung:** 1. Semester, WS

**Literatur:** H. Schulz: Physik mit Bleistift  
S. Großmann: Mathematischer Einführungskurs für die Physik

**Bachelor-Modul T1****Klassische Theoretische Physik I (Klassische Mechanik)**

**Verantwortlicher:** Prof. Dr. M. Schlanges

**Dozent(inn)en:** Dozenten der Theoretischen Physik

**Modulziele:** Vertrautheit mit den Grundbegriffen der Klassischen Mechanik als geschlossene Physikalische Theorie  
Methoden zur Lösung von Problemen in der Sprache der Klassischen Mechanik

**Modulinhalte:**

Newtonsche Mechanik mit Anwendungen (z. B. Bewegung im Zentralkraftfeld),  
Extremalprinzipien, Lagrange Mechanik mit Anwendungen (z.B. Zwangskräfte,  
Normalschwingungen, Bewegung in Nichtinertialsystemen, starrer Körper),  
Hamiltonsche Mechanik, (infinitesimale) Kanonische Transformation, Symmetrien &  
Erhaltungssätze, Hamilton-Jacobi Theorie, Phasenraumbeschreibung integrierbarer Systeme,  
Mathematische Ergänzungen

Je nach Dozent: deterministisches Chaos, nichtlineare Dynamik, Kontinuumsmechanik

**Lehrmethoden:** Vorlesungen, Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:** Mathematische Methoden der Physik

**Arbeitsaufwand:** 4 SWS Vorlesung, 2 SWS Übungen, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 9 LP, Klausur oder mdl. Prüfung nach Vorgabe des Dozenten  
Prüfung zusammen mit T2 nach Ende von T2

**Empfohlene Einordnung:** 2. Semester, SS

**Literatur:** H. Goldstein: Klassische Mechanik  
F. Scheck: Theoretische Physik 1, Mechanik  
Landau-Lifshitz: Bd. 1

**Bachelor-Modul T2**                      **Klassische Theoretische Physik II (Elektrodynamik)**

**Verantwortlicher:**                      Prof. Dr. M. Schlanges

**Dozent(inn)en:**                         Dozenten der Theoretischen Physik

**Modulziele:**                                Vertrautheit mit dem Feldbegriff  
Intuitives Verständnis des Elektromagnetismus  
Problemlösungskompetenz

**Modulinhalte:**

Spezielle Relativitätstheorie und relativistische Mechanik, geladenes Teilchen im elektromagnetischen Feld, Wirkungsintegral, Erhaltungssätze und Invarianten, Maxwellsche Gleichungen, Elektrostatik und Magnetfeld stationärer Ströme, Elektromagnetische Wellen und Strahlung, Elektrodynamik der Kontinua, Plasmen, Mathematische Ergänzungen

**Lehrmethoden:**                            Vorlesung, Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:**                    Klassische Theoretische Physik I

**Arbeitsaufwand:**                         4 SWS Vorlesung, 2 SWS Übungen, Selbststudium

**Leistungsnachweis:**                    9 LP, Klausur oder mdl. Prüfung nach Vorgabe des Dozenten  
Prüfung zusammen mit T1

**Empfohlene Einordnung:**                3. Semester, WS

**Literatur:**                                 J. D. Jackson: Klassische Elektrodynamik  
Landau-Lifshitz: Bd. 2

**Bachelor-Modul T3****Quantenmechanik ( Einteilchensysteme)****Verantwortlicher:**

Prof. Dr. H. Fehske

**Dozent(inn)en:**

Dozenten der Theoretischen Physik

**Modulziele:**

Vertrautheit mit den Konzepten und dem Formalismus der Quantentheorie  
Verständnis elementarer quantenmechanischer Systeme

**Modulinhalte:**

Physikalische Grundlagen und axiomatischer Aufbau der Quantentheorie, Messprozess, Quantendynamik (Bilder), harmonischer Oszillator (Besetzungszahldarstellung), Teilchen im elektromagnetischen Feld (Eichtransformation), Quantentheorie des Drehimpulses (Spin), Wasserstoffatom, Näherungsverfahren, Goldene Regel, Mathematische Ergänzungen

**Lehrmethoden:**

Vorlesung, Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:**

Klassische Theoretische Physik I und II

**Arbeitsaufwand:**

4 SWS Vorlesung, 2 SWS Übungen, Selbststudium

**Leistungsnachweis:**

9 LP, Klausur oder mdl. Prüfung nach Vorgabe des Dozenten  
Prüfung zusammen mit T4 nach Ende von T4

**Empfohlene Einordnung:**

4. Semester, SS

**Literatur:**

F. Schwabl: Quantenmechanik  
S. Gasicrowicz: Quantum Physics  
C. Cohen-Tannoudji: Quantenmechanik

**Bachelor-Modul T4****Thermodynamik und Grundlagen der Statistischen Physik**

**Verantwortlicher:** Prof. Dr. K. Fesser

**Dozent(inn)en:** Dozenten der Theoretischen Physik

**Modulziele:** Verständnis der Konzepte der Thermodynamik  
Verständnis der Begründung der Thermodynamik in der Statistischen Physik  
Vertrautheit mit einfachen Anwendungen im Gleichgewicht und Nichtgleichgewicht

**Modulinhalte:**

Grundlagen der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung, Gleichgewichtsensembles mit Anwendungen (Gittergas, Liouville Theorem, statistischer Operator, Maxwell-Boltzmannverteilung, Besetzungszahldarstellung), ideales Bose/Fermi Gas, Spinsysteme, Strahlungsfeld, Elemente der Thermodynamik (Hauptsätze, Zustandsgleichungen), Reale Gase, Phasenübergänge, Ising-Modell, Nichtgleichgewichtsphänomene (Brownsche Bewegung, Boltzmann-Gleichung, H-Theorem und Irreversibilität), Mathematische Ergänzungen

**Lehrmethoden:** Vorlesung, Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:** Quantenmechanik

**Arbeitsaufwand:** 4 SWS Vorlesung, 2 SWS Übungen, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 9 LP, Klausur oder mdl. Prüfung nach Vorgabe des Dozenten  
Prüfung zusammen mit T3

**Empfohlene Einordnung:** 5. Semester, WS

**Literatur:** F. Schwabl: Statistische Mechanik  
C. Reichl: A modern course in statistical physics  
R. Kubo: Statistical Mechanics

**Bachelor-Modul EL            Elektronik für Physiker**

**Verantwortlicher:**            PD Dr. B. Pompe

**Dozent(inn)en:**                Dozenten der Experimentellen Physik

**Modulziele:**                    Die Studierenden

- haben Einblick in die Problemwelt und die Denkweise der Elektronik
- kennen die grundlegenden Begriffe, Aussagen, Methoden und Verfahren der Elektronik sowie die wesentlichen analogen und digitalen Schaltungen in diskreter und integrierter Realisierung
- sind mit der rechnerischen Behandlung elektrischer Netzwerke und der Darstellung von Signalen im Zeit- und im Frequenzbereich vertraut
- sind in der Lage, elektronische Schaltungen zu entwerfen und zu dimensionieren

**Modulinhalte:**

Grundlagen: Elektrische Netzwerke und ihre Berechnung, Signale und Spektren, Bauelemente  
Schaltungen mit diskreten Bauelementen: Gleichrichter, Verstärker, Kippschaltungen  
Schaltungen mit integrierten Bauelementen: Operationsverstärker, Digitale Schaltungen, AD- und DA-Umsetzer, Hochintegrierte Schaltkreise: Mikroprozessorsysteme, Mikroprozessoren, Mikrocontroller

**Lehrmethoden:**                Vorlesung, Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:**        Experimentelle Physik II, Theoretische Methoden

**Arbeitsaufwand:**                3 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung, Selbststudium

**Leistungsnachweis:**         6 LP, Klausur oder mdl. Prüfung nach Vorgabe des Dozenten

**Empfohlene Einordnung:**    B.Sc. 4. Sem. SS

**Literatur:**                    U. Tietze und Ch. Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer  
A.Rost: Grundlagen der Elektronik – Ein Einstieg für Naturwissenschaftler und Techniker, Akademie  
P. Horowitz und W. Hill: Die Hohe Schule der Elektronik – Teile 1 und 2, Elektor

## **Bachelor-Modul EP      Elektronikpraktikum**

**Verantwortlicher:** PD Dr. B. Pompe

**Dozent(inn)en:** Dozenten der Experimentellen Physik

**Modulziele:** Die Studierenden

- können analoge und digitale Grundschaltungen der Elektronik dimensionieren, aufbauen und in Betrieb nehmen
- können Kennlinien und Grundeigenschaften von Bauelementen ausmessen unter Verwendung von modernen Analog-Digital-Mehrkanal-Oszilloskopen und Funktionsgeneratoren
- können Mikrocontroller mittlerer Komplexität programmieren
- sind in der Lage, Experimente kritisch zu bewerten und Ergebnisse zu präsentieren sowie im Team zu arbeiten und wissenschaftlich zu kommunizieren

### **Modulinhalte:**

Transistorschaltungen, Eigenschaften von Operationsverstärkern, Grundschaltungen mit Operationsverstärkern, Digitale Gatter, Kombinatorische und sequentielle Grundschaltungen, Assemblerprogrammierung von Mikrocontrollern, Steuerung von AD-Wandlern

**Lehrmethoden:** Praktikum in kleinen Gruppen

**Empf. Vorkenntnisse:** Experimentelle Physik II, Theoretische Methoden, Elektronik für Physiker

**Arbeitsaufwand:** 3 SWS, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 5 LP, Versuchsprotokolle

**Empfohlene Einordnung:** B.Sc. 5. Sem. WS

**Literatur:** U. Tietze und Ch. Schenk: Halbleiterschaltungstechnik, Springer  
A. Rost: Grundlagen der Elektronik – Ein Einstieg für Naturwissenschaftler und Techniker, Akademie  
P. Horowitz und W. Hill: Die Hohe Schule der Elektronik – Teile 1 und 2, Elektor

**Bachelor-Modul MM****Messmethoden der Modernen Physik**

**Verantwortlicher:** Prof. Dr. C.A. Helm

**Dozent(inn)en:** Dozenten der Experimentellen Physik

**Modulziele:**

- Vertrautheit mit den modernen Diagnostikmethoden der Experimentellen Physik und ihrer physikalischen Grundlagen
- Kenntnis der Anwendungsbereiche, Anwendungspotentiale und Voraussetzungen

**Modulinhalte:**

Oberflächenanalytik (Ellipsometrie, Röntgenbeugung, Neutronen- und Elektronenstreuung, Tunnelmikroskop, Kraftmikroskop, Photoelektronenspektroskopie, Ionenstrahlanalytik), Spektroskopische Methoden (Emissions-/Absorptionsspektroskopie, Laserinduzierte Fluoreszenz)  
Kernspinresonanz, Tomographie

**Lehrmethoden:** Vorlesung

**Empf. Vorkenntnisse:** Experimentalphysik I-V

**Arbeitsaufwand:** 2 SWS Vorlesung, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 3 LP, sonstige Prüfungsleistung (§11 PO) nach Vorgabe des Dozenten

**Empfohlene Einordnung:** 6. Semester, SS

**Literatur:** H.-J. Kunze: Physikalische Messmethoden, Teubner  
W. Hering: Angewandte Kernphysik, Teubner  
W. Bechmann/J. Schmidt: Struktur- und Stoffanalytik mit spektroskopischen Methoden, Teubner

**Bachelor-Modul CP1      Computeralgebra und Visualisierung**

**Verantwortlicher:** PD Dr. R. Schneider

**Dozent(inn)en:** Dozenten der Theoretischen/Computer-Physik

**Modulziel:** Vertrautheit mit Werkzeugen der Computeralgebra  
Kenntnis von Methoden der Datenanalyse  
Erfahrung in grafischer Datenaufarbeitung

**Modulinhalte:** Einführung in Computeralgebra-Programme (CA)  
(Mathematica, Maple, FORM)  
Anwendungen von CA auf Probleme der Theoretischen Physik  
Datenanalyse  
Grafische Darstellung von Daten

**Lehrmethoden:** Medienunterstützte Vorlesung und Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:** Mathematik, Theoretische Klassische Physik 1 und 2

**Arbeitsaufwand:** 1 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 3 LP, Projekt (§11 PO)

**Empfohlene Einordnung:** 4. Sem., SS

**Literatur:** S. Wolfram: Mathematica, Addison-Wesley  
B. Thaller: Visual Quantum Mechanics, Springer  
Programmdokumentationen  
Ressourcen aus dem Netz

## **Bachelor-Modul CP2      Programmiertechnik**

**Verantwortlicher:** PD Dr. R. Schneider

**Dozent(inn)en:** Dozenten der Theoretischen/Computer-Physik

**Modulziel:** Vertrautheit mit Programmiersprachen  
Kenntnis von einfachen Algorithmen  
Rechnererfahrung

### **Modulinhalte:**

Rechner- und Speicherarchitektur, , Betriebssysteme (Unix), Programmiersprachen (Fortran, C), Compiler, Standard-Algorithmen (sortieren, suchen, differenzieren, integrieren, Fourier-Transformation), Programm-Bibliotheken

**Lehrmethoden:** Medienunterstützte Vorlesung und Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:** Modul CP 1

**Arbeitsaufwand:** 1 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 2 LP, Projekt (§11 PO)

**Empfohlene Einordnung:** 5. Sem., WS

**Literatur:** Walter S. Brainerd, Charles H. Goldberg and Jeanne C. Adams: Programmer's Guide to Fortran 90, Springer  
B. Kernighan, D. Ritchie, Die Programmiersprache C, Hauser  
W. H. Press et al., Numerical Recipes

**Bachelor-Modul CP3      Computational Physics**

**Verantwortlicher:** PD Dr. R. Schneider

**Dozent(inn)en:** Dozenten der Theoretischen/Computer-Physik

**Modulziel:** Kenntnis von Numerischen Methoden zur Lösung von Physikalischen Problemen

**Modulinhalte:**

Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, Gleichungssysteme, Eigenwertprobleme, Optimierung, Spektralanalyse, Finite-Elemente-Methoden, Monte-Carlo-Verfahren

**Lehrmethoden:** Medienunterstützte Vorlesung und Übungen

**Empf. Vorkenntnisse:** Module CP 1 und CP 2

**Arbeitsaufwand:** 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 3 LP, Projekt (§11 PO)

**Empfohlene Einordnung:** 6. Sem., SS

**Literatur:** W. Kinzel, G. Reents: Physics by Computer, Springer  
R. H. Landau, M. J. Paez: Computational Physics, Wiley & Sons  
[http:// www. numerical-recipes.com](http://www.numerical-recipes.com) (Numerical recipes: online version)

**Bachelor-Modul V****Seminar**

**Verantwortlicher:** Vorsitzender des Prüfungsausschusses

**Dozent(inn)en:** Dozenten der Physik

**Modulziel:** Vortragstechnik, Umgang mit modernen Medien

**Modulinhalte:**

Erarbeitung eines physikalischen Themas aus der Literatur

Aufarbeitung zu einem Vortrag

Erstellen einer geeigneten Präsentation

Freier Vortrag

Diskussion und Beantwortung von Fragen zum Thema

**Lehrmethoden:** Medienunterstütztes Seminar

**Empf. Vorkenntnisse:** Module E1-E3, T1-T2

**Arbeitsaufwand:** 1 SWS Seminar, Selbststudium

**Leistungsnachweis:** 2 LP, Vortrag und Diskussion

**Empfohlene Einordnung:** 4. Sem., SS

**Literatur:** je nach Thema des Vortrags

**Bachelor-Modul BI****Berufsinformation**

**Verantwortlicher:** Vorsitzender des Prüfungsausschusses

**Dozent(inn)en:** Dozenten der Physik

**Modulziel:** Erste Informationen und Kontakte zur beruflichen Praxis

**Modulinhalte:**

Besuch von Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen  
Ferienpraktika  
Blockkurse

**Lehrmethoden:** Exkursion, Vorträge von Gastdozenten

**Empf. Vorkenntnisse:** Module E1-E3, T1-T2

**Arbeitsaufwand:** 1 SWS Exkursion

**Leistungsnachweis:** 1 LP, Protokoll

**Empfohlene Einordnung:** 3. Sem., SS

**Bachelor-Modul A****Bachelor-Thesis**

<b>Verantwortlicher:</b>	Vorsitzender des Prüfungsausschusses
<b>Dozent(inn)en:</b>	Dozenten der Physik
<b>Modulziel:</b>	Anwendung der Kenntnisse und Methoden auf ein eng umgrenztes Gebiet Schriftliche und mündliche Darstellung der Ergebnisse
<b>Modulinhalte:</b>	Themen aus den Forschungsgebieten der Dozenten
<b>Lehrmethoden:</b>	Literaturstudium, Experimente, Theoretische Berechnungen
<b>Empf. Vorkenntnisse:</b>	Module E1-E5, T1-T4
<b>Arbeitsaufwand:</b>	12 SWS Selbststudium
<b>Leistungsnachweis:</b>	12 LP, Bachelor-Arbeit
<b>Empfohlene Einordnung:</b>	6. Sem., SS