Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Modulhandbuch

für den Studiengang

Bachelor of Science Mathematik

(Prüfungsordnungsversion: 20261)

für das Wintersemester 2026/27

Weitere Informationen zum Studiengang sind in der allgemeinen Prüfungsordnung Data Science, Mathematik, Technomathematik und Wirtschaftsmathematik sowie in der Fachprüfungsordnung Mathematik zu finden. Hier ist ein Link.
Weitere Informationen zu den einzelnen Modulblöcken finden Sie auf der Webseite der Studienfachberatung Mathematik. Hier ist ein Link.

Inhaltsverzeichnis

Analysis I (65001)....8
Analysis II (65004)....10
Analysis III (65003)....12
Lineare Algebra I (65011)....14
Lineare Algebra II (65013)....16
Schlüsselqualifikationen
- Programmierung (65050)....19
- Computerorientierte Mathematik I (65181)....21
- Introduction to Statistics and Statistical Programming (48071)....23
- Seminar Data Science in Forschung und Industrie (65715)....25

Mathematische Wahlpflichtmodule
- Seminar (65332)....27

Angewandte Mathematik
- Approximationstheorie (65886)....30
- Diskretisierung und numerische Optimierung (65231)....32
- Distributionen, Sobolevräume und elliptische Differentialgleichungen (65938)....34
- Efficient discretization of two-phase flow (65083)....36
- Einführung in die Numerik (65210)....37
- Funktionalanalysis II (65927)....39
- Introduction to abstract harmonic analysis (65099)....40
- Introduction to Statistics and Statistical Programming (48071)....41
- Kryptographie I (65979)....43
- Kryptographie II (65980)....45
- Lineare und Kombinatorische Optimierung (65161)....46
- Lineare und nichtlineare Systeme (65072)....48
- Mathematische Modellierung Theorie (65254)....50
- Mathematische Modellierung Praxis (65255)....52
- Nichtlineare Optimierung (65150)....54
- Numerics of Partial Differential Equations (65993)....56
- Numerics of Partial Differential Equations II (65999)....58
- Numerik partieller Differentialgleichungen II (65937)....60
- Partielle Differentialgleichungen I (65123)....62
- Practical course on finite element methods for phase-separation equations (65095)....63
- Robuste Optimierung 1 (65175)....64
- Seminar Approximationstheorie (65097)....66
- Spektraltheorie (65077)....68
- Stochastische Methoden für die Wirtschaftswissenschaften (65740)....70
- Stochastische Modellbildung (65062)....72
- Wahrscheinlichkeitstheorie (65091)....74
- Nichtlineare Optimierung 1 (65855)....76
- Mathematische Quantentheorie (65839)....78
- Fourieranalysis und Distributionstheorie (65835)....80

Theoretische Mathematik
- Algebra (65311)....84
- Algebraische Kurven für Bachelor/Lehramt (65074)....86
- Analytische Zahlentheorie (65973)....87
- Approximationstheorie (65886)....88
- Curves and surfaces (65913)....90
- Distributionen, Sobolevräume und elliptische Differentialgleichungen (65938)....92

Efficient discretization of two-phase flow (65083)..... 94
Einführung in die Darstellungstheorie (65070)..... 95
Einführung in die gewöhnlichen Differentialgleichungen (65881)..... 97
Funktionalanalysis (65110)..... 99
Funktionalanalysis II (65927)..... 101
Funktionentheorie I (65351)..... 102
Funktionentheorie II (65087)..... 104
Geometrie (65621)..... 105
Geometrie von Mannigfaltigkeiten (65976)..... 107
Geometrische Maßtheorie I (65944)..... 109
Gewöhnliche Differentialgleichungen (65100)..... 111
Introduction to abstract harmonic analysis (65099)..... 113
Kommutative Algebra (65943)..... 114
Körpertheorie (65612)..... 115
Kryptographie I (65979)..... 117
Kryptographie II (65980)..... 119
Lie-Algebren (65981)..... 120
Lie-Gruppen (720057)..... 121
Mengentheoretische Topologie und elementare Homotopietheorie (65073)..... 122
Partielle Differentialgleichungen I (65123)..... 124
Seminar Approximationstheorie (65097)..... 125
Seminar für Drittsemester Mathematik (65871)..... 127
Spektraltheorie (65077)..... 129
Topics in Topology (65868)..... 131
Topologie (65080)..... 133
Topologie und Anwendungen (65063)..... 134
Wahrscheinlichkeitstheorie (65091)..... 136
Zeitgenössische Algebraische Geometrie (65726)..... 138
Mathematische Quantentheorie (65839)..... 139
Fourieranalysis und Distributionstheorie (65835)..... 141
Nebenfach Astronomie
Experimentalphysik 1 + 2: Mechanik, Wärmelehre und Elektrodynamik (66061)..... 145
Astronomie (66082)..... 149
Binary stars and extrasolar planets (67194)..... 151
Extreme Astrophysics (67174)..... 153
Galaxien und Kosmologie (67159)..... 155
Interpreting astronomical spectra (66204)..... 157
Introduction to X-ray astronomy (67170)..... 159
Multiwavelength Astronomy (67128)..... 160
Interstellar medium (538980)..... 161
Nebenfach Betriebswirtschaftslehre
Betriebswirtschaftslehre I (74810)..... 164
Betriebswirtschaftslehre II (74830)..... 167
Betriebliches Rechnungswesen I (74860)..... 169
Betriebliches Rechnungswesen II (74880)..... 171
Alternative Recht für Wirtschaftswissenschaftler
Grundlagen des öffentlichen Rechts und des Zivilrechts (82101)..... 174
Alternative Betriebswirtschaftslehre
Betriebswirtschaftslehre III (Bilanzierung) (74920)..... 177
Hauptseminar Betriebswirtschaftslehre (75001)..... 179
Nebenfach Volkswirtschaftslehre
Einführung in die Volkswirtschaftslehre (74820)..... 182
Makroökonomie (74850)..... 184

Mikroökonomie (74840)..... 187
Volkswirtschaftliches Seminar (74902)..... 189
Wirtschaftspolitik (74940)..... 191
Alternative Betriebswirtschaftslehre
Betriebswirtschaftslehre I (74810)..... 194
Grundlagen des öffentlichen Rechts und des Zivilrechts (82101)..... 197
Nebenfach Informatik
Grundlagen der Programmierung (93104)..... 200
Einführung in die Algorithmik (93106)..... 202
Wahlbereich 1
Sichere Systeme (93105)..... 205
Grundlagen der Logik in der Informatik (93072)..... 207
Einführung in Datenbanken für Wirtschaftsinformatik (93078)..... 210
Vertiefungsmodul 1
Berechenbarkeit und Formale Sprachen (93010)..... 214
Theorie der Programmierung (93121)..... 216
Algorithmik kontinuierlicher Systeme (93000)..... 218
Einführung in Datenbanken (93108)..... 220
Vertiefungsmodul 2
Einführung in das Software Engineering (93097)..... 224
Systemnahe Programmierung in C (93170)..... 226
Grundlagen der Systemprogrammierung (93181)..... 229
Parallele und Funktionale Programmierung (93040)..... 231
Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (93080)..... 233
Einführung in Datenbanken für Wirtschaftsinformatik (93078)..... 235
Nebenfach Informations- und Kommunikationtechnik
Einführung in die IuK-Technik (93520)..... 239
Praktikum Software für die Mathematik (93570)..... 241
Signale und Systeme I (92681)..... 244
Signale und Systeme II (92682)..... 246
Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK
Echtzeitsysteme (43940)..... 249
Kommunikationssysteme (43950)..... 254
Introduction to Machine Learning (65718)..... 256
Verteilte Systeme (95280)..... 259
Kanalcodierung (96270)..... 262
Rechnerarchitektur (798810)..... 266
Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung (93601)..... 268
Mobile Communications (43141)..... 271
Entwurf integrierter Schaltungen I (96590)..... 273
Analoge elektronische Systeme (96500)..... 275
Hardware-Software-Co-Design (43490)..... 277
Computer Graphics (43822)..... 279
Nebenfach Physik (experimentell)
Experimentalphysik 1 + 2: Mechanik, Wärmelehre und Elektrodynamik (66061)..... 283
Grundpraktikum 1 (66070)..... 287
Vertiefungsmodule
Modern Optics 1: Advanced Optics (48311)..... 290
Experimentalphysik 3: Optik und Quanteneffekte (66120)..... 292
Grundpraktikum 2 (66130)..... 294
Experimentalphysik 4: Atom- und Molekülphysik (66151)..... 296
Physikalisches Experimentieren 1: Elektronikpraktikum (66161)..... 298
Detektoren für Teilchen und Strahlung 2 (353947)..... 300

Modern Optics 2: Nonlinear Optics (582360)....301
Machine Learning for Physicists (668977)....303
Theoretische Physik 1: Mechanik (66100)....305
Nebenfach Physik (theoretisch)
Experimentalphysik 1: Mechanik (66065)....308
Theoretische Physik 1: Mechanik (66100)....309
Theoretische Physik 3: Quantenmechanik (66190)....311
Vertiefungsmodul
Experimentalphysik 3 + 4: Optik und Quanteneffekte / Atom- und Molekülphysik (66121)....315
Machine Learning for Physicists (668977)....318
Complex Systems I (48201)....320
Complex Systems II (48211)....322
Complex Systems III (48216)....324
Complex Systems IV (48217)....325
Nebenfach Philosophie
Einführung in die Philosophie (75290)....328
Logische Propädeutik (75300)....329
Grundkurs Theoretische Philosophie (75320)....330
Grundkurs Praktische Philosophie (75310)....332
Basismodul Theoretische Philosophie (75350)....333
Basismodul Praktische Philosophie (75340)....335
Basismodul Philosophie (75330)....337
Nebenfach Theologie
Einführung in die Bibel: Neues Testament (73653)....340
Neues Testament (73654)....342
Altes Testament (73644)....344
Einführung in die Bibel: Altes Testament (73643)....346
Nebenfach Molekularbiologie
Grundlagen der Zellbiologie und Genetik (63160)....349
Molekularbiologie (63170)....352
Biochemie und Physiologie (63180)....355
Zell-Zellkommunikation, Signalverarbeitung und Entwicklung (63190)....357
Nebenfach Geowissenschaften
Grundlagen der Geowissenschaften I (68800)....360
Kompetenzseminar zum Klimawandel: Grundlagen- u. Kompetenzen zu Nachhaltigkeitsherausforderungen (64930)....362
Dynamik des Systems Erde (68830)....364
Rohstoffe und Nachhaltigkeit (64935)....366
Angewandte Geologie I (68860)....368
Angewandte Geologie II (68865)....369
Nebenfach Chemie
Allgemeine und Anorganische Chemie mit Experimenten (62065)....372
Physikalische Chemie (62491)....374
Theoretische Chemie 1 (62016)....376
Theoretische Chemie 2 (62059)....378
Nebenfach Nanotechnologie
Grundlagen der Nanotechnologie I (95700)....381
Messtechnik und Werkstoffeigenschaften (95690)....383
Physikalische Chemie der Nanostrukturen (63450)....385
Physikalische Chemie der Werkstoffe (95542)....386
Wahlpflichtmodul Nanotechnologie
Grundlagen der Nanotechnologie II (95710)....388

Werkstoffe: Grundlagen (95581)..... 390

1	**Modulbezeichnung** 65001	**Analysis I** Calculus I	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Analysis I (4 SWS) Übung: Übungen zur Analysis I (2 SWS) Übung: Tafelübung zur Analysis I (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Orientierungswoche Mathematik (0 SWS) Übung: Übungen zur Orientierungswoche (0 SWS) Übung: Übungen zur Orientierungswoche - einmaliger Ersatz für Übung 2 im Jahr 2026 (0 SWS)	6 ECTS 2 ECTS 2 ECTS - - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Emil Wiedemann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Emil Wiedemann
5	**Inhalt**	• Naive Mengenlehre und Logik • Grundeigenschaften der natürlichen, rationalen und reellen Zahlen: Vollständige Induktion, Körper- und Anordnungsaxiome, Vollständigkeit, untere / obere Grenzen, Dichtheit von Q in R, abzählbare und überabzählbare Mengen • Komplexe Zahlen: Rechenregeln und ihre geometrische Interpretation, quadratische Gleichungen • Konvergenz, Cauchy-Folgen, Vollständigkeit • Zahlenfolgen und Reihen: Konvergenzkriterien und Rechenregeln, absolute Konvergenz, Potenzreihen, unendliche Produkte • Elementare Funktionen, rationale Funktionen, Potenzen mit reellen Exponenten, Exponentialfunktion, Hyperbelfunktionen, trigonometrische Funktionen, • Monotonie und Umkehrfunktion, Logarithmus • Stetige reellwertige Funktionen: Zwischenwertsatz, Existenz von Minimum und Maximum auf kompakten Mengen, stetige Bilder von Intervallen und Umkehrbarkeit, gleichmäßige Stetigkeit, gleichmäßige Konvergenz • Differential- und Integralrechnung in einer reellen Veränderlichen • Rechenregeln für Differentiation, Mittelwertsatz der Differentialrechnung, Taylorformel, Extremwerte und Kurvendiskussion, Definition des Integrals und Rechenregeln, gliedweise Differentiation, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, Mittelwertsatz der Integralrechnung. Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • definieren und erklären elementare Grundbegriffe der Analysis;

		• wenden das Basiswissen der Analysis an und reproduzieren grundlegende Prinzipien; • wenden grundlegende und einfache Techniken der Analysis an; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen elementare Zusammenhänge.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten) Übungsleistung Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (bestanden/nicht bestanden) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester Empfohlenes Semester: 1
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskripte zu diesem Modul • O. Forster: Analysis I, II; Vieweg • V. Zorich: Analysis I, II; Springer • S. Hildebrandt: Analysis I,II, Springer

1	**Modulbezeichnung** 65004	**Analysis II** Calculus II	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Analysis II (4 SWS) (SoSe 2027) Übung: TAFELÜBUNG (2 SWS) (SoSe 2027) Übung: Übungen zur Analysis II (2 SWS) (SoSe 2027)	6 ECTS 2 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Emil Wiedemann
5	**Inhalt**	• Fourier-Reihen • Metrische Räume: Topologie metrischer Räume, stetige Abbildungen zwischen metrischen Räumen, Kompaktheit, Vollständigkeit, Fixpunktsatz von Banach, Satz von Arzela-Ascoli • Differentialrechnung in mehreren Veränderlichen: Partielle Ableitung und Jacobi-Matrix, Satz von Schwarz, totale Ableitung und Linearisierung, lineare Differentialoperatoren (Gradient, Divergenz, Rotation), Lipschitz-Stetigkeit und Schrankensatz, Extremwerte, Extrema mit Nebenbedingungen, Taylorformel, Sätze über implizite und inverse Funktionen, Untermannigfaltigkeiten Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erweitern ihr Spektrum an Grundbegriffen der Analysis und erklären diese; • wenden das Grundwissen der Analysis an, reproduzieren und vertiefen grundlegende Prinzipien und ordnen diese ein; • wenden Grundtechniken der Analysis an; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Module Analysis I • Lineare Algebra I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten) Übungsleistung Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskripte zu diesem Modul • O. Forster: Analysis I, II; Vieweg • V. Zorich: Analysis I, II; Springer • S. Hildebrandt: Analysis I, II; Springer

1	**Modulbezeichnung** 65003	**Analysis III** Calculus III	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Analysis III (4 SWS) Übung: Großübung (2 SWS) Übung: Übungen zu Analysis III (2 SWS)	7 ECTS 2 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Emil Wiedemann
5	**Inhalt**	• Äußere Maße, Maße, Sigma-Algebren, Lebesgue-Maß • Messbare Mengen, messbare Funktionen • Integral nach einem Maß, Konvergenzsätze, L^p-Räume • Produktmaße, Satz von Fubini • Transformationsformel für das Lebesgue-Maß • Hausdorff-Maß und Flächenformel • Kurvenintegrale, Differentialformen, Vektorfelder • Satz von Stokes für Differentialformen • Integralsätze von Gauß und Stokes Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • nennen und erklären die Grundbegriffe der Maß- und Integrationstheorie und verwenden die Grundprinzipien; • definieren die wichtigsten Begriffe der Maß- und Integrationstheorie (u.a. Maß, Sigma-Algebra, Lebesgue-Integral, Produktmaß, absolute Stetigkeit) und erkennen und erklären die Zusammenhänge zwischen ihnen; • wenden zentrale Sätze der Maß- und Integrationstheorie sowohl in konkreten Beispielen (z.B. Volumenberechnungen) als auch in Beweissituationen korrekt an; • erkennen und benennen die Unterschiede zwischen Riemann- und Lebesgue-Integral; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Module Analysis I, II und Lineare Algebra I, II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten) Übungsleistung Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• J. Elstrodt: Maß- und Integrationstheorie; Springer • W. Rudin: Analysis; Oldenbourg • L.C. Evans, R.F. Gariepy: Measure Theory and fine properties of functions; CRC Press • O. Forster: Analysis III; Springer

1	**Modulbezeichnung** 65011	**Lineare Algebra I** Linear algebra I	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Lineare Algebra I (4 SWS) Übung: Online-Übungsgruppe (2 SWS) Übung: Übungen zur Linearen Algebra I (2 SWS) Übung: Tafelübungen zur Linearen Algebra I (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Orientierungswoche Mathematik (0 SWS) Übung: Übungen zur Orientierungswoche (0 SWS) Übung: Übungen zur Orientierungswoche - einmaliger Ersatz für Übung 2 im Jahr 2026 (0 SWS)	6 ECTS 2 ECTS 2 ECTS 2 ECTS - - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Cathérine Meusburger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb
5	**Inhalt**	• Gruppen und Körper • Vektorräume • Lineare Abbildungen • Lineare Gleichungssysteme • Basen und Dimension • Koordinatentransformation • Determinante • Eigenwerte und Eigenvektoren • Diagonalisierung • Jordan Normalform Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen lineare Zusammenhänge und behandeln sie quantitativ und qualitativ; • erläutern und verwenden den Gauß-Algorithmus zum Lösen linearer Gleichungssysteme; • verwenden die abstrakten Strukturen Körper und Vektorraum; • übersetzen zwischen linearen Abbildungen und zugehörigen Matrizen und berechnen so charakteristische Daten linearer Abbildungen; • beherrschen den Determinantenkalkül • erkennen und verwenden spezielle Eigenschaften linearer Abbildungen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Mathematik 20261

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten) Übungsleistung Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (bestanden/nicht bestanden) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• G. Strang: Lineare Algebra; Springer • B. Huppert, W. Willems: Lineare Algebra; Vieweg • G. Fischer: Lineare Algebra; Vieweg • W.Greub: Lineare Algebra; Springer • H. J. Kowalsky, G. Micheler: Lineare Algebra; de Gruyter • F. Lorenz: Lineare Algebra I, II; Spektrum • P. Knabner, W. Barth: Lineare Algebra Grundlagen und Anwendungen; Springer

1	**Modulbezeichnung** 65013	**Lineare Algebra II** Linear algebra II	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Lineare Algebra II (4 SWS) (SoSe 2027) Übung: Großübung (2 SWS) (SoSe 2027) Übung: Intensivierungsübung (2 SWS) (SoSe 2027) Übung: Übungen zur Linearen Algebra II (2 SWS) (SoSe 2027) Übung: Tafelübungen zu Lineare Algebra II (2 SWS) (SoSe 2027)	6 ECTS 2 ECTS 2 ECTS 2 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb
5	**Inhalt**	• Jordan'sche Normalform • Anwendung der JNF: Matrixpotenzen und lineare Differentialgleichungssysteme • Quotientenvektorraum, Dualraum • Bilinearformen, hermitesche Formen • Adjungierte und normale Operatoren, Singulärwerte • Tensorprodukte • affine Geometrie Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen lineare und nichtlineare Zusammenhänge und behandeln sie quantitativ und qualitativ; • verwenden und untersuchen quadratische Formen als die einfachsten nicht-linearen Funktionen; • formulieren und behandeln geometrische Probleme algebraisch; • verwenden Dual- und Quotientenräume zur Analyse linearer Abbildungen; • erkennen die Querverbindung zur Analysis; • führen exemplarische inner- und außermathematische Anwendungen durch.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Lineare Algebra • Analysis I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten) Übungsleistung

		Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• B. Huppert, W. Willems: Lineare Algebra; Vieweg • G. Fischer: Lineare Algebra; Vieweg • G. Fischer: Analytische Geometrie; Vieweg • W.Greub: Lineare Algebra; Springer • H. J. Kowalsky, G. Micheler: Lineare Algebra; de Gruyter • F. Lorenz: Lineare Algebra I, II; Spektrum • P. Knabner, W. Barth: Lineare Algebra Grundlagen und Anwendungen; Springer • G. Strang: Lineare Algebra; Springer

Schlüsselqualifikationen

1	**Modulbezeichnung** 65050	**Programmierung** Programming	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Computerorientierte Mathematik I (2 SWS) (WiSe 2026) Vorlesung mit Übung: Computerorientierte Mathematik 1 (2 SWS) (WiSe 2026)	2 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	Dr. Matthias Bauer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Matthias Bauer
5	**Inhalt**	• Sprachelemente von Python • Schleifen, Verzweigungen, Funktionen, Rekursion • Klassen • Einfache Datenstrukturen • Benutzen von Modulen Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • reproduzieren grundlegende Befehle und Vorgehensweisen der Programmiersprache Python; • implementieren einfache mathematische Algorithmen in Python • entwickeln ein einfaches Programm zu einem vorgegebenen Problem selbständig; • spüren die Ursachen von Programmierfehlern mit einfachen Debugging Techniken auf und korrigieren diese; • gehen mit Python Modulen sicher um und wenden sie in der Praxis zielorientiert an. • Programmierkenntnisse, um einfache mathematische Algorithmen implementieren zu können.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schlüsselqualifikationen Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Klausur am Rechner (60 min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Zed A. Shaw, Learn Python the Hard Way

1	**Modulbezeichnung** 65181	**Computerorientierte Mathematik I** Computer-oriented mathematics I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Computerorientierte Mathematik I (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Computerorientierte Mathematik 1 (2 SWS)	2 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	Dr. Matthias Bauer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Matthias Bauer
5	**Inhalt**	• Sprachelemente von Python • Schleifen, Verzweigungen, Funktionen, Rekursion • Klassen • Einfache Datenstrukturen • Benutzen von Modulen Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben am Rechner.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • reproduzieren grundlegende Befehle und Vorgehensweisen der Programmiersprache Python • implementieren einfache mathematische Algorithmen in Python • entwickeln ein einfaches Programm zu einem vorgegebenen Problem selbständig • spüren die Ursachen von Programmierfehlern mit einfachen Debugging Techniken auf und korrigieren diese • gehen mit Python Modulen sicher um und wenden sie in der Praxis zielorientiert an • erwerben Programmierkenntnisse, um einfache mathematische Algorithmen implementieren zu können.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schlüsselqualifikationen Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Klausur am Rechner (60 min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (bestanden/nicht bestanden) Eintragung von bestanden bzw. nicht bestanden, falls die Klausur nicht benotet wird.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• https://docs.python.org/3/tutorial

1	**Modulbezeichnung** 48071	**Introduction to Statistics and Statistical Programming** Introduction to statistics and statistical programming	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Introduction to Statistics and Statistical Programming (2 SWS) (SoSe 2027) Übung: Computer lab classes "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1 SWS) (SoSe 2027) Übung: Tutorial problem session "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1 SWS) (SoSe 2027) Übung: Assignment problem session "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1 SWS) (SoSe 2027)	2 ECTS 1 ECTS 2 ECTS 0 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Christophorus Richard
5	**Inhalt**	• Introduction to the statistical software R and elementary programming • Descriptive statistics: visualisation and parameters of categorial and metric data, qq-plot, curve fitting, log- and loglog-plots, robust techniques • Inferential statistics: methods for estimating and testing: parametric tests, selected non-parametric tests, exact and asymptotic confidence regions • Simulation: random numbers, Monte carlo
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students are able to • describe and explain standard techniques in descriptive and inferential statistics. • explain their solution of a non-trivial statistical problem to other people and to discuss alternative solutions within a group. • perform statistical standard analyses within a prescribed time limit on the computer, and to correctly interpret the computer output. • perform elementary statistical simulations. • formulate adequate questions concerning a given data set, suggest correct methods for analysis, and to implement these on the computer.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Stochastische Modellbildung (strongly recommended)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Schlüsselqualifikationen Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung

		It is strongly recommended to actively work on the voluntary weekly homework (approx. 4 tasks per week). The tutorial achievement will be marked successful if the written examination is passed.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture notes • Rice: Mathematical Statistics and Data Analysis; Thomson, 2007 • www.cran.r-project.org

1	**Modulbezeichnung** 65715	**Seminar Data Science in Forschung und Industrie** Seminar: Data science in research and industry	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Data Science in Forschung und Industrie (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Daniel Tenbrinck	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann
5	**Inhalt**	• Anwendungsperspektiven von Data Science • Überblick über relevante Data Science Industriebranchen und die Berufsaussichten eines Data Scientists • Fragestellungen und Diskussionen mit den derzeit verwendeten Lösungsansätzen im Anwendungskontext von Data Science (mit Expertinnen und Experten aus verschiedenen Bereichen z.B. der Naturwissenschaften, Technikwissenschaften, Geisteswissenschaften, Wirtschaftswissenschaften, etc.)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen Data Science Anwendungsfelder und die in verschiedenen Kontexten auftretenden Bereiche • Sie kennen die Berufsanforderungen eines Data Scientists und können diese wiedergeben. • Können strukturiert mit Expertinnen und Experten aus verschiedenen Bereichen z.B. der Naturwissenschaften, Technikwissenschaften, Geisteswissenschaften, Wirtschaftswissenschaften diskutieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schlüsselqualifikationen Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird von den jeweiligen Dozentinnen/Dozenten bekannt gegeben.

Mathematische Wahlpflichtmodule

1	**Modulbezeichnung** 65332	**Seminar**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar zum Querschnittmodul Darstellungstheorie (2 SWS) Seminar: Seminar zum Querschnittsmodul Wahrscheinlichkeitstheorie (Zufallsmatrizen) (2 SWS) Seminar: Seminar Zahlentheorie (2 SWS) Seminar: Querschnittsmodulseminar Funktionalanalysis (2 SWS) Seminar: Seminar Zufallsmatrizen (2 SWS) Seminar: Matrixalgebren und Quanteninformationstheorie (2 SWS) Hauptseminar: Bachelorseminar "Optimization under Uncertainty" (2 SWS) Seminar: Dispersive PDEs (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS 5 ECTS 5 ECTS 5 ECTS 5 ECTS 5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Peter Fiebig Prof. Dr. Torben Krüger Prof. Dr. Wolfgang Ruppert Prof. Dr. Gandalf Lechner Dr. Markus Fröb Dr. Kevin-Martin Aigner Martin Betz Prof. Dr. Emil Wiedemann Prof. Dr. Lea Boßmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Timm Oertel
5	**Inhalt**	Die aktuellen Themen werden zeitnah von den Dozenten/innen bekannt gegeben. Mögliche Themen sind zum Beispiel: Spektraltheorie Spiegelungsgruppen Markov-Ketten undAnwendungen Variationsmethoden in der Angewandten Mathematik Topologie Approximationstheorie Neural Network Approximation Zufallsmatrizen

		Steuerungstheorie für gewöhnlicheDifferentialgleichungen Unendlichdimensionale Optimierung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erarbeiten sich vertiefende Fachkompetenzen in einem Teilgebiet der Mathematik; • verwenden relevante Präsentations- und Kommunikationstechniken, präsentieren mathematische Sachverhalte in mündlicher und schriftlicher Form und diskutieren diese kritisch; • tauschen sich untereinander und mit den Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Module der GOP
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Mathematische Wahlpflichtmodule Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Vortrag (60 Min) und schriftliche Ausarbeitung (5-15 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Die zugrundeliegenden Vortragsunterlagen werden vom jeweiligen Dozenten bekannt gegeben.

Angewandte Mathematik

1	**Modulbezeichnung** 65886	**Approximationstheorie** Approximation theory	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Cornelia Schneider
5	**Inhalt**	Einführung in die klassische Approximationstheorie: z.B. • Satz von Weierstraß (Bernstein Polynome, Verallgemeinerungen) • Approximation periodischer Funktionen (Fejér Kerne, Fourier-Reihen) • Bestapproximation (Existenz und Eindeutigkeit in normierten Räumen), algebraische Polynome, Charaktierisierungssatz von Kolmogorov, orthogonale Projektionen in Hilberträumen • Approximationsraten und Funktionenräume, Stetigkeitsmoduli, Sätze vom Jackson-Bernstein-Typ, Approximationsräume
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden sollen die Relevanz • der Approximationstheorie (als Teilgebiet der Analysis) für praktische Probleme erkennen und sich Kenntnisse über die Grundprinzipien von Approximation aneignen • erfahren, wie Methoden aus Analysis (Funktionalanalysis), Linearer Algebra und Numerik in der Approximationstheorie zusammenwirken • Kenntnisse aus Basis und Aufbaumodulen neu bewerten • die Beziehungen der Approximationstheorie zu anderen Bereichen der Mathematik und zu anderen Wissenschaften erkennen • mathematische Arbeitsweisen einüben (Entwickeln von mathematischer Intuition und deren formaler Begründung, Schulung des Abstraktionsvermögens, Beweisführung) in den Übungen ihre mündliche Kommunikationsfähigkeit durch Einüben der freien Rede vor Publikum und bei der Diskussion verbessern
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen: Analysis-Module des Bachelorstudiums
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Wahlpflichtmodul in • B.Sc. Bachelor Mathematik (Theoretische Mathematik, Angewandte Mathematik)

		• B.Sc. Technomathematik (Numerische Mathematik, Modellierung und Optimierung) • B.Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematische Wahlpflichtmodule) • M. Sc. Mathematik (Studienrichtungen “Analysis und Stochastik”, “Modellierung, Simulation und Optimierung”) • M.Sc. Computational and Applied Mathematics (Studienrichtung “Modellierung und Simulation”) • M.Sc. Wirschaftsmathematik (Mathematische Wahlpflichtmodule) Freies Wahlmodul in - M.Sc. CAM - M.Sc. Data Science
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche) Klausur (60 min) oder mündliche Prüfung (30 min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Klausur oder mündliche Prüfung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• B. Carl und I. Stephani: Entropy, compactness, and the approximation of operators, Cambridge Univ. Press, Cambridge (1990). • R.A. DeVore und G.G. Lorentz: Constructive Approximation, Springer, Berlin, 1993. • G.G. Lorentz: Approximation of functions, 2. Auflage, Chelsea, New York (1986). • M.W. Müller: Approximationstheorie, Studientexte Mathematik, Akad. Verlagsgesellsch. Wiesbaden (1978. • A. Schönhage: Approximationstheorie, De Gruyter, Berlin (1971).

1	**Modulbezeichnung** 65231	**Diskretisierung und numerische Optimierung** Discretisation and numerical optimisation	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (4 SWS) (SoSe 2027) Übung: Übungen zu Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (2 SWS) (SoSe 2027) Tutorium: Tutorium zu Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (2 SWS) (SoSe 2027)	7 ECTS 2 ECTS 1 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Eberhard Bänsch
5	**Inhalt**	Teil 1: Diskretisierung Ein- und Mehrschrittverfahren für Anfangswertaufgaben gewöhnlicher Differentialgleichungen: • explizite und implizite Runge-Kutta-Verfahren, BDF, Extrapolation • asymptotische Stabilität (Nullstabilität), Konsistenz, Konvergenz • Steifheit und Stabilität bei fester Schrittweite • Schrittweiten- und Ordnungsadaptivität • Randwertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen • Einführung in Finite-Element-Verfahren Teil 2: Unrestringierte Optimierung • Abstiegsverfahren • CG-Verfahren (mit Vorkonditionierung, CG-Newton) • Quadratische Optimierungsprobleme • Penalty- und Barriereverfahren Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verwenden algorithmische Zugänge zu Problemen, die mittels gewöhnlicher Differentialgleichungen beschriebenen werden können oder von unrestringierten, endlichdimensionalen Optimierungsproblemen herkommen, und erklären und bewerten diese; • urteilen über die Stabilität und Effizienz eines numerischen Verfahrens; • setzen mit eigener oder gegebener Software Verfahren um und bewerten deren Ergebnisse kritisch; • erläutern und verwenden ein breites Problem- und Verfahrensspektrum: Differenzenverfahren für Anfangs- und Randwertaufgaben, Finite-Element-Verfahren für 2-Punkt-Randwertaufgaben • übertragen die erlangten Fachkompetenzen auf die Behandlung partieller Differentialgleichungen, Abstiegs- und CG-Verfahren bis zum Barriereverfahren;

		• sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Analysis • Lineare Algebra • Programmierung • Einführung Numerik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung wöchentliche Hausaufgaben (unbenotet)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 150 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• P. Deuflhard und F. Bornemann: Numerische Mathematik II; de Gruyter, Berlin 2002 • J. Stoer und R. Bulirsch: Numerische Mathematik II; Springer, Berlin, 2005 • K. Strehmel und R. Weiner: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen; Teubner, Stuttgart 1995 • A. Quarteroni, R. Sacco und F. Saleri: Numerische Mathematik I, II; Springer, Berlin 2002 • Vorlesungsskriptum auf der Homepage des Bereichs Modellierung, Simulation und Optimierung des Departments Mathematik (laufend aktualisiert)

1	**Modulbezeichnung** 65938	**Distributionen, Sobolevräume und elliptische Differentialgleichungen** Distributions, Sobolev spaces and elliptical differential equations	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Cornelia Schneider
5	**Inhalt**	Distributionentheorie: • Testfunktionen, Distributionen und deren Eigenschaften • Fouriertransformation • Sobolevräume • Randwerte, Sobolevsche Einbettungssätze • Äquivalente Normen, Ungleichungen • Elliptische Differentialgleichungen: • Randwertprobleme • A-priori-Abschätzungen • L_2 Theorie für den Laplace Operator
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Einführung in die Theorie der Distributionen und deren Anwendungen • Erweiterung der Kenntnisse der Analysis Kennenlernen von modernen Methoden und Hilfsmitteln (zum Lösen partiellen Differentialgleichungen)
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Analysis-Module des Bachelorstudiums
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Dauer der mündlichen Prüfung: 15 min
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• R.A. Adams, J.J.F. Fournier, Sobolev spaces, Pure and Applied Mathematics 140, Elsevier, Academic Press (2003).

		• D.D. Haroske, H. Triebel, Distributions, Sobolev spaces, Elliptic equations. European Math. Soc., Zurich, 2008. • H. Triebel, Higher Analysis, J.A. Barth, Leipzig, 1992.

1	**Modulbezeichnung** 65083	**Efficient discretization of two-phase flow**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Stefan Metzger
5	**Inhalt**	Based on recent scientific publications, different discretization approaches for two-phase flow are discussed.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • can use original literature to familiarise themselves with a current research topic, • can structure the content acquired both verbally and in writing and make their own contributions to its presentation and/or substance, • learn scientific content on the basis of academic lectures and actively discuss it at a plenary session, • learn to compare different discretization methods regarding their specific advantages and disadvantages.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: Numerics of Partial Differential Equations I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 7
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Vortrag (60 Min) + schriftliche Ausarbeitung (5-15 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Depending on topic. Will be published on StudOn at the beginning of the semester.

1	**Modulbezeichnung** 65210	**Einführung in die Numerik** Introduction to numerics	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in die Numerik (= Numerische Mathematik) (4 SWS) Übung: Python-Kurs zur Einführung in die Numerik (1 SWS) Übung: Übungen zur Einführung in die Numerik (2 SWS) Übung: Tutorium zur Einführung in die Numerik (1 SWS)	10 ECTS - - -
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Carsten Gräser
5	**Inhalt**	• Direkte Eliminationsverfahren für lineare Gleichungssysteme [Gauß mit Pivotsuche (Erinnerung), Cholesky, LR-Zerlegung für vollbesetzte (Erinnerung) Bandmatrizen] • Linear stationäre iterative Verfahren: Erinnerung und SOR-Verfahren • Verfahren für Eigenwertaufgaben (QR-Verfahren) • Fehleranalyse und Störungsrechnung (Gleitpunktarithmetik, Konditionsanalyse, schlechtgestellte Probleme) • Lineare Ausgleichsrechnung (Orthogonalisierungsverfahren, Numerik der Pseudoinverse) • Iterative Verfahren für nicht-lineare Gleichungssysteme (Fixpunktiteration, Newton-Verfahren, Gauß-Newton) • Interpolation (Polynome, Polynomialsplines, FFT) • Numerische Integration (Newton-Cotes, Gauß, Extrapolation, Adaption) Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verwenden algorithmische Zugänge für Probleme der linearen Algebra und Analysis und erklären und bewerten diese; • urteilen insbesondere über die Stabilität und Effizienz eines numerischen Verfahrens; • setzen mit eigener oder gegebener Software Verfahren um und bewerten deren Ergebnisse kritisch; • erläutern und verwenden ein breites Problem- und Verfahrensspektrum: (Direkte und) iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme, nicht-lineare Gleichungssysteme, insbesondere Newton-Verfahren, (nicht)lineare Ausgleichsrechnung, Interpolation und Integration, Numerik von Eigenwertaufgaben; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Module zur Analysis und Linearen Algebra • Kenntnisse in MATLAB sind zwingend. Diese können in einem jeweils vor Semesterbeginn stattfindenden Kurs erworben werden.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• R. Schaback und H. Wendland: Numerische Mathematik; Springer, Berlin, 2005 • A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik I, II; Springer, Berlin, 2002 • P. Deuflhard und A. Hohmann: Numerische Mathematik I; de Gruyter, Berlin 2002 • J. Stoer: Numerische Mathematik I; Springer, Berlin, 2005 • J. Stoer und R. Bulirsch: Numerische Mathematik I; Springer, Berlin, 2005 • Vorlesungsskript auf der Homepage des Bereichs Modellierung, Simulation und Optimierung des Departments Mathematik, ständig neu an die Vorlesung angepasst

1	**Modulbezeichnung** 65927	**Funktionalanalysis II** Function analysis II	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zur Funktionalanalysis II (2 SWS) Vorlesung: Funktionalanalysis II (4 SWS)	- 10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Gandalf Lechner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes
5	**Inhalt**	Ausgewählte vertiefende Kapitel der Funktionalanalysis,z. B. Spektraltheorie, Indextheorie, unbeschränkte Operatoren, Fixpunktsätze von Brouwer und Schauder, monotone Operatoren, selbstadjungierte Erweiterungen, Halbgruppen, Anwendungen in der Festkörperphysik oder bei nichtlinearen partiellen Differentialgleichungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden nennen und erklären vertiefte Aussagen und Techniken aus der Funktionalanalysis und ihrer Anwendungen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Funktionalanalysis I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 20 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 225 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Bücher von Lax, Reed-Simon, Showalter, Ruzicka, Alt, Brezis, Werner mit Titel Funktionalanalysis

1	**Modulbezeichnung** 65099	**Introduction to abstract harmonic analysis**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kang Li
5	**Inhalt**	• Haar Integration on Locally Compact Groups • The Fourier Transform • Duality for Abelian Groups • Plancherel Theorem • Pontryagin Duality • The Structure of LCA-Groups • The Peter-Weyl Theorem for Compact Groups • Stone-von Neumann Theorem
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After following this course, the student (1) knows the integration on locally compact groups; (2) has acquired insight in the elementary theory on duality for abelian groups and compact groups; (3) can illustrate the various concepts and results treated in this course with relevant examples; (4) has gained basic intuition about unitary dual and is able to verify intuitive conjectures by giving either rigorous proofs or counterexamples; (5) -> is able to explore some problems, examples, applications or extensions related to the course, independently using the literature.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Knowledge of set theoretic topology, Lebesgue integration, and functional analysis on an introductory level.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 15 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Principles of Harmonic Analysis-Springer International Publishing (2014), Second Edition by Anton Deitmar and Siegfried Echterhoff

1	**Modulbezeichnung** 48071	**Introduction to Statistics and Statistical Programming** Introduction to statistics and statistical programming	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Introduction to Statistics and Statistical Programming (2 SWS) (SoSe 2027) Übung: Computer lab classes "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1 SWS) (SoSe 2027) Übung: Tutorial problem session "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1 SWS) (SoSe 2027) Übung: Assignment problem session "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1 SWS) (SoSe 2027)	2 ECTS 1 ECTS 2 ECTS 0 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Christophorus Richard
5	**Inhalt**	• Introduction to the statistical software R and elementary programming • Descriptive statistics: visualisation and parameters of categorial and metric data, qq-plot, curve fitting, log- and loglog-plots, robust techniques • Inferential statistics: methods for estimating and testing: parametric tests, selected non-parametric tests, exact and asymptotic confidence regions • Simulation: random numbers, Monte carlo
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students are able to • describe and explain standard techniques in descriptive and inferential statistics. • explain their solution of a non-trivial statistical problem to other people and to discuss alternative solutions within a group. • perform statistical standard analyses within a prescribed time limit on the computer, and to correctly interpret the computer output. • perform elementary statistical simulations. • formulate adequate questions concerning a given data set, suggest correct methods for analysis, and to implement these on the computer.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Stochastische Modellbildung (strongly recommended)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Schlüsselqualifikationen Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung

		It is strongly recommended to actively work on the voluntary weekly homework (approx. 4 tasks per week). The tutorial achievement will be marked successful if the written examination is passed.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture notes • Rice: Mathematical Statistics and Data Analysis; Thomson, 2007 • www.cran.r-project.org

1	**Modulbezeichnung** 65979	**Kryptographie I** Cryptography I	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Kryptographie I / Kryptographie für Lehramt (2 SWS) Vorlesung: Kryptographie I / Kryptographie für Lehramt (4 SWS) Übung: Rechnerübung zur Kryptographie 1 (2 SWS)	- 10 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Daniel Tenbrinck	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Daniel Tenbrinck
5	**Inhalt**	• Einführung in die Kryptographie • Klassische Chiffrierverfahren • Grundeigenschaften der Ringe Z und Z/nZ • Primzahltests • Public-Key-Kryptosysteme RSA • Die Pollard-rho-Methode zur Faktorisierung • Kryptographische Anwendungen diskreter Logarithmen • Kryptographische Hashfunktionen • Digitale Signaturen • Methoden zur Berechnung diskreter Logarithmen • Enigma Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären wichtige kryptographische Verfahren und wenden diese praktisch an • nützen Software wie Maple, Python3 oder Sage zur Ver- und Entschlüsselung sowie zur Kryptoanalyse • erläutern wichtige zahlentheoretische Algorithmen, ihre theoretischen Hintergründe und ihre Funktion bei der Konstruktion von Public-Key-Kryptosystemen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und Lineare Algebra I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich Dauer der Klausur: 90 min
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript zum Modul • J. Buchmann: Einführung in die Kryptographie • J. Hoffstein, J. Pipher, J. H. Silvermann: An Introduction to Mathematical Cryptography

1	**Modulbezeichnung** 65980	**Kryptographie II** Cryptography II	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Wolfgang Ruppert
5	**Inhalt**	Die Vorlesung wird mit wechselnden Schwerpunkten angeboten, wobei jeweils ein spezielles zahlentheoretisches Gebiet (wie elliptische Kurven, quadratische Zahlkörper, Gitter) die Grundlage für kryptographische Anwendungen bildet. Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären fortgeschrittene kryptographische Verfahren und ihre mathematischen Hintergründe • setzen geeignete Software zum praktischen Umgang mit den besprochenen Kryptosystemen ein
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Kryptographie I • Algebra
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 20 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vorlesungsskript zum Modul

1	**Modulbezeichnung** 65161	**Lineare und Kombinatorische Optimierung** Linear and combinatorial optimisation	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Probeklausur (2 SWS) Übung: Übung zur Linearen und Kombinatorischen Optimierung (2 SWS) Vorlesung: Lineare und Kombinatorische Optimierung (4 SWS)	3 ECTS 3 ECTS 7 ECTS
3	Lehrende	Dr. Dieter Weninger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Dieter Weninger
5	**Inhalt**	Schwerpunkt dieser Vorlesung ist die Theorie und Lösung kombinatorischer und in diesem Kontext linearer Optimierungsprobleme. Wir behandeln klassische Probleme auf Graphen, wie das Kürzeste-Wege-Problem, das Aufspannende-Baum-Problem oder das Max-Flow-Min-Cut-Theorem. Zur Vorlesung gehören auch die Dualität der linearen Optimierung und das Simplexverfahren. Gegenstand der Vorlesung ist zudem die Analyse von Algorithmen und die Vermittlung algorithmischer Grundprinzipien. Neben der vierstündigen Vorlesung werden zweistündige Übungen angeboten. Anhand von Präsenz- und Hausaufgaben werden wesentliche Lerninhalte geübt. Zusätzlich werden Softwareübungen angeboten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen und analysieren selbstständig kombinatorische Optimierungsprobleme; • erläutern algorithmische Grundprinzipien und wenden diese zielorientiert an; • klassifizieren komplexe Verfahren des Lerngebietes; • sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Lineare Algebra
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript zu diesem Modul • Schrijver: Combinatorial Optimization Vol. A C; Springer, 2003 • Korte, J. Vygen: Combinatorial Optimization; Springer, 2005

1	**Modulbezeichnung** 65072	**Lineare und nichtlineare Systeme** Linear and nonlinear systems	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Lineare und nichtlineare Systeme (Querschnittmodul) (2 SWS) (SoSe 2027) Übung: Tafelübung zu Lineare und nichtlineare Systeme (1 SWS) (SoSe 2027)	2 ECTS 1 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Dieter Weninger
5	**Inhalt**	• Iterationsverfahren für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme • Grundbegriffe der Optimierung • Innere-Punkte-Verfahren für lineare und nichtlineare Optimierungsprobleme • Grundbegriffe und Lösungsmethoden der gemischt-ganzzahligen linearen Optimierung • Grundbegriffe und Lösungsmethoden der gemischt-ganzzahligen nichtlinearen Optimierung Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen und analysieren selbstständig lineare und nichtlineare Systeme bzw. Optimierungsprobleme • erläutern verschiedene algorithmische Grundprinzipien und wenden diese zielorientiert an • stellen Verknüpfungen zwischen algebraischem und analytischem Wissen her
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Grundkenntnisse aus den Modulen • Analysis I und II • Lineare Algebra I und II • Lineare und Kombinatorische Optimierung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (20 Minuten) • Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche), unbenotet • Mündliche Prüfung (20 Min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript wird auf StudOn bereitgestellt • Ulbrich/Ulbrich: Nichtlineare Optimierung, Birkhäuser, 2012 • Nocedal/Wright: Numerical Optimization, Springer, 2006 • Wolsey: Integer Programming, Wiley, 2021 • Belotti et al.: Mixed-Integer Nonlinear Optimization, 2013

1	**Modulbezeichnung** 65254	**Mathematische Modellierung Theorie** Mathematical modelling theory	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mathematische Modellierung Theorie (2 SWS) Übung: MaMoTheU (2 SWS) Übung: Übungen zur Mathematische Modellierung Theorie (2 SWS)	5 ECTS - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Carsten Gräser	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Serge Kräutle
5	**Inhalt**	• Handwerkszeuge der mathematischen Modellierung: Dimensionsanalyse, asymptotische Entwicklung, Stabilitäts-, Sensitivitätsbetrachtungen, Existenz und Nichtnegativität von Lösungen • Modelle in Form von linearen Gleichungssystemen (elektrische Netzwerke, Stabwerke, Zusammenhang zu Minimierungsaufgaben), nicht-linearen Gleichungssystemen (chemisches Gleichgewicht in reaktiven Mehrspeziessystemen), Anfangswertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen (chemische Reaktionen, Populationsmodelle) Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • nennen und erklären die grundlegenden und vertiefenden Begriffe mathematischer Modellierung und verwenden die zugehörigen Prinzipien; • erstellen und bewerten, auf Basis exemplarischer Kenntnisse aus Ingenieur- und Naturwissenschaften, deterministische Modelle in Form von Gleichungssystemen und gewöhnlichen Differentialgleichungen selbstständig; • lösen vorgegebene Aufgaben mit analytischen / numerischen Methoden und diskutieren die Ergebnisse kritisch.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Teilnahme am Modul nur in Kombination mit dem Modul Mathematische Modellierung Praxis • Module Analysis und Lineare Algebra oder Module einer zwei-semestrigen Mathematikgrundausbildung für nicht-mathematische Studiengänge, Modul Numerische Mathematik, Modul Gewöhnliche Differentialgleichungen empfohlen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (15 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner: Mathematische Modellierung; Springer-Verlag, 2. Auflage, Berlin, 2011 • F. Hauser, Y. Luchko: Mathematische Modellierung mit MATLAB; Spektrum Akademischer Verlag, 2011 • G. Strang: Introduction to Applied Mathematics; Wellesley-Cambridge Press, Wellesley, 1986

1	**Modulbezeichnung** 65255	**Mathematische Modellierung Praxis** Mathematical modelling practical	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Projektseminar: MaMoPra (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Serge Kräutle
5	**Inhalt**	• Analyse und Lösung von Problemen aus Ingenieur- und Naturwissenschaften (u.a. Mechanik, Life Sciences) • In Kleingruppen werden anwendungsorientierte Probleme aus den Natur-, Ingenieur- und Lebenswissenschaften mathematisch untersucht. Für diese Probleme erfolgt die mathematische Modellbildung, die mathematische Analyse der aufgestellten Modelle, die Implementierung und die Durchführung von Computersimulationen. Der Schwerpunkt soll auf Modellen in Form von gewöhnlichen Differentialgleichungssystemen liegen; es können aber auch Modelle anderer Art betrachtet werden. Fortlaufend präsentieren die Gruppen die Fortschritte ihres Projekts in kurzen Vorträgen mit anschließenden Diskussionen. • Die Fortschritte der Projektarbeit werden am Ende in einem schriftlichen Bericht zusammengefasst.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • bearbeiten Modellierungsprojekte im Team; • modellieren Alltagsprobleme, lösen sie mit analytischen / numerischen Methoden und diskutieren die Ergebnisse kritisch; • prägen Problemlösungskompetenz aus; • erwerben Schlüsselkompetenzen: prägen durch die Projektarbeit Teammanagement aus, sind durch Berichterstattung in den Projekten zu Vortragspräsentation und wissenschaftlichem Schreiben befähigt.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Teilnahme am Modul nur in Kombination mit dem Modul Mathematische Modellierung Theorie • Module Analysis und Lineare Algebra oder Module einer zwei-semestrigen Mathematikgrundausbildung für nicht-mathematische Studiengänge, Modul Numerische Mathematik, Modul Gewöhnliche Differentialgleichungen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminararbeit+Vortrag Vortrag (ca. 55 Min.), Ausarbeitung (ca. 5-10 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminararbeit+Vortrag (bestanden/nicht bestanden)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner: Mathematische Modellierung; Springer-Verlag, 2. Auflage, Berlin, 2011 • F. Hauser, Y. Luchko: Mathematische Modellierung mit MATLAB; Spektrum Akademischer Verlag, 2011 • G. Strang: Introduction to Applied Mathematics; Wellesley-Cambridge Press, Wellesley 1986

1	**Modulbezeichnung** 65150	**Nichtlineare Optimierung** Nonlinear optimisation	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Wolfgang Achtziger
5	**Inhalt**	• Unrestringierte Probleme der Nichtlinearen Optimierung (Optimalitätsbedingungen, Abstiegsverfahren, Verfahren der konjugierten Richtungen, Variable-Metrik-Methoden und Quasi-Newton-Methoden) • Restringierte Probleme der Nichtlinearen Optimierung (Optimalitätsbedingungen) Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • nennen und erklären Grundbegriffe der Nichtlinearen Optimierung; • modellieren und lösen praxisrelevante Probleme mit Hilfe der erlernten Verfahren; • sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Abschluss der Module Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I, Lineare Algebra II und Numerische Mathematik.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Geiger, Ch. Kanzow: Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben; Springer, 1999

		• Geiger, Ch. Kanzow: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben; Springer, 2002 • W. Alt: Nichtlineare Optimierung; Vieweg, 2002 • F. Jarre und J. Stoer: Optimierung; Springer, 2004 • M.S. Bazaraa, H.D. Sherali, C.M. Shetty: Nonlinear Programming Theory and Algorithms; Wiley, New York, 1993

1	**Modulbezeichnung** 65993	**Numerics of Partial Differential Equations** Numerics of partial differential equations	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Numerics of Partial Differential Equations I (4 SWS) Übung: NuPDGU (2 SWS) Übung: Exercises for Numerics of Partial Differential Equations I (2 SWS)	10 ECTS - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Carsten Gräser	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Carsten Gräser
5	**Inhalt**	• Classical approach for the Poisson problem (outline) • Variational theory of linear elliptic boundary value problems • Possible discretization methods (FD, FEM, FV, spectral methods) • Conforming FEM for linear elliptic boundary value problems (2nd order) (types of elements, affine-equivalent triangulations, interpolation estimates, error estimates, Aubin-Nitsche) • Aspects of implementation • Iterative methods for large sparse linear systems of equations (condition number of finite element matrices, linear stationary methods (recall), cg method (recall), preconditioning, Krylov subspace methods • Outlook to nonlinear problems
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • apply algorithmic approaches for models with partial differential equations and explain and evaluate them, • are capable to judge on a numerical methods properties regarding stability and efficiency, • implement (with own or given software) numerical methods and critically evaluate the results, • explain and apply a broad spectrum of problems and methods with a focus on conforming finite element methods for linear elliptic problems, • collect and evaluate relevant information and realize relationships.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: basic knowledge in numerics, discretization, and optimization
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• A. Ern & J.-L. Guermond: Theory and practice of finite elements. Springer 2004 • W. Hackbusch: Elliptic Differential Equations. Theory and Numerical Treatment. Springer, 2nd edition 2017, (also available in German) • D. Braess: Finite Elements. Cambridge University Press 2010 • A. Quarteroni & A. Valli: Numerical approximation of partial differential equations. Springer 1994 • P. Knabner & L. Angermann: Numerical Methods for Elliptic and Parabolic Differential Equations, Springer 2003 • lecture notes

1	**Modulbezeichnung** 65999	**Numerics of Partial Differential Equations II** Numerics of partial differential equations II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Numerics of Partial Differential Equations II (2 SWS) (SoSe 2027)	5 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Günther Grün
5	**Inhalt**	• Classical and weak theory for linear parabolic initial-boundary-value problems (IBVPs) (outline), • finite-element method (FEM) for 2nd-order linear parabolic IVBPs (semi-discretisation in space, time discretisation by one-step methods, stability, comparison principles, order of convergence), • FEM for semi-linear elliptic and parabolic equations (fixed-point- and Newton-methods, secondary iterations), • higher-order time discretisation, extrapolation, time-step control.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • apply algorithmic approaches for models with partial differential equations and explain and evaluate them, • are capable to judge on a numerical methods properties regarding stability and efficiency, • implement (with own or given software) numerical methods and critically evaluate the results, • explain and apply a broad spectrum of methods with a focus on conforming finite element methods for parabolic problems, extending these approaches also to nonlinear problems, • collect and evaluate relevant information and realize relationships.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: basic knowledge in numerics and numerics of pde
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	• P. Knabner, L. Angermann, Numerical Methods for Elliptic and Parabolic Partial Differential Equations, Springer, New York, 2003. • S. Larsson, V. Thomée, Partial Differential Equations with Numerical Methods, Springer, Berlin, 2005.

1	**Modulbezeichnung** 65937	**Numerik partieller Differentialgleichungen II** Numerical methods for partial differential equations II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Carsten Gräser
5	**Inhalt**	• Klassische und variationelle Theorie linearer parabolischer Anfangswertaufgaben (ARWA) (Abriss). • Finite-Elemente-Methode (FEM) für lineare parabolische ARWA (2. Ordnung) (Semidiskretisierung im Ort, Zeitdiskretisierung durch Einschrittverfahren, Stabilität, Maximumprinzip, Konvergenzordnung). • FEM für semilineare elliptische und parabolische Gleichungen (Fixpunkt- und Newton-Verfahren, Kombination mit sekundären Iterationen). • Zeitdiskretisierung höherer Ordnung, Extrapolation, Schrittweitensteuerung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verwenden algorithmische Zugänge für Modelle mit partiellen Differentialgleichungen und erklären und bewerten diese; • urteilen insbesondere über die Stabilität und Effizienz eines numerischen Verfahrens; • setzen mit eigener oder gegebener Software Verfahren um und bewerten deren Ergebnisse kritisch; • erläutern und verwenden ein breites Problem- und Verfahrensspektrum: Schwerpunkt konforme Finite-Element-Verfahren für parabolische Probleme, exemplarische Behandlung nichtlinearer Probleme; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Einführung Numerik • Diskretisierung und Optimierung • Numerik partieller Differentialgleichungen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Die Entscheidung über die Unterrichtssprache erfolgt am Beginn der Vorlesungszeit unter Absprache mit den Studierenden. Die Entscheidung über die Prüfungssprache erfolgt nach Wahl der zu prüfenden Studierenden.

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch: Die Unterrichts- und Prüfungssprache wird von der/dem Dozierenden zu Vorlesungsbeginn festgelegt
16	**Literaturhinweise**	• P. Knabner and L. Angermann "Numerical Methods for Elliptic and Parabolic Partial Differential Equations". Springer, New York, 2003. • S. Larsson and V. Thomée "Partial Differential Equations with Numerical Methods". Springer, Berlin, 2005.

1	**Modulbezeichnung** 65123	**Partielle Differentialgleichungen I** Partial differential equations I	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Partielle Differentialgleichungen I (2 SWS) Vorlesung: Partielle Differentialgleichungen I (4 SWS)	- 10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Robert Lasarzik	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Günther Grün
5	**Inhalt**	• schwache Existenztheorie elliptischer Gleichungen zweiter Ordnung • Regularität schwacher Lösungen (Differenzenquotientenmethode, Moser, Harnack) • Wärmeleitungsgleichung in Hölderräumen, Vergleichssätze Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erarbeiten sich einen Überblick über Anwendungsbereiche von PDGen. Sie verwenden einfache explizite Lösungsmethoden und nutzen klassische und schwache Zugänge zu Existenzresultaten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Analysis-Module des Bachelorstudiums
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 20 Min.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• E. DiBenedetto: Partial Differential Equations, Birkhäuser 2001 • L. C. Evans: Partial Differential Equations, AMS 1997 • D. Gilbarg, N. S. Trudinger: Elliptic Partial Differential Equations, Springer 1983 • Vorlesungsskriptum

1	**Modulbezeichnung** 65095	**Practical course on finite element methods for phase-separation equations** Practical course on finite element methods for phase separation equations	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Günther Grün
5	**Inhalt**	• Finite element discretization for Cahn-Hilliard equations, • Storage concepts for sparse matrices, • Adaptive mesh refinement.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • implement a finite element solver for phase-separation equations, • are able to compare and implement different storage concepts for sparse matrices, • are able to implement finite element solvers based on adaptive meshes, • are able to derive and implement efficient discretizations for phase-separation equations, • are able to validate their implementation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: Numerics of Partial Differential Equations I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (ca. 30 min)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• P. Knabner & L. Angermann: Numerical Methods for Elliptic and Parabolic Differential Equations, Springer 2003 • D. Braess: Finite Elements. Cambridge University Press 2010 • B. Stroustrup: The C++ programming language, Addison-Wesley 2014

1	**Modulbezeichnung** 65175	**Robuste Optimierung 1** Robust optimization	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Robuste Optimierung 1 (2 SWS) (SoSe 2027) Vorlesung: Robuste Optimierung 1 (2 SWS) (SoSe 2027)	- 5 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann
5	**Inhalt**	Oft sind die Eingabedaten eines mathematischen Optimierungsproblems in der Praxis nicht exakt bekannt. In der robusten Optimierung werden deswegen möglichst gute Lösungen bestimmt, die für alle innerhalb gewisser Toleranzen liegenden Eingabedaten, zulässig sind. Die Vorlesung behandelt die Theorie und Modellierung robuster Optimierungsprobleme, insbesondere die robuste lineare und robuste kombinatorische Optimierung. Darüber hinaus werden anhand von Anwendungsbeispielen aktuelle Konzepte wie z.B. die wiederherstellbare Robustheit gelehrt. Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen selbstständig Optimierungsprobleme unter Unsicherheit, modellieren die zugehörigen robustifizierten Optimierungsprobleme geeignet und analysieren diese; • nutzen die passenden Lösungsverfahren und bewerten die erzielten Ergebnisse.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Lineare Algebra Vorteilhaft ist das Modul Lineare und Kombinatorische Optimierung.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Übungsleistung Der Umfang der Übungsleistung (Anzahl der Aufgaben, wöchentlich, ...) wird rechtzeitig, aber spätestens zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn des Sommersemesters bekanntgegeben).
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript zu diesem Modul • Ben-Tal, El Ghaoui, Nemirovski: Robust Optimization; Princeton University Press

1	**Modulbezeichnung** 65097	**Seminar Approximationstheorie** Seminar Approximation Theory	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Cornelia Schneider
5	**Inhalt**	Ausgewählte Kapitel im Bereich der klassischen und modernen Approximationstheorie: z.B. • Satz von Stone-Weierstrass, Satz von Korovkin, Müntz-Sätze, Haarscher Eindeutigkeitssatz, Sätze vom Jackson-Bernstein-Typ • Approximation mit Splines und Wavelets, Entropie, Approximations- und Kolmogorovzahlen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • arbeiten selbständig mit Literatur auf einem Spezialgebiet; • verwenden Präsentations- und Kommunikationstechniken, präsentieren mathematische Sachverhalte und diskutieren diese; • tauschen sich untereinander und mit dem Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen aus.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Analysis-Module des Bachelorstudiums
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Vortrag (60 Min) und schriftliche Ausarbeitung (5-15 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• B. Carl und I. Stephani: Entropy, compactness, and the approximation of operators, Cambridge Univ. Press, Cambridge (1990). • R.A. DeVore und G.G. Lorentz: Constructive Approximation, Springer, Berlin, 1993.

		• G.G. Lorentz: Approximation of functions, 2. Auflage, Chelsea, New York (1986). • M.W. Müller: Approximationstheorie, Studientexte Mathematik, Akad. Verlagsgesellsch. Wiesbaden (1978) • A. Schönhage: Approximationstheorie, De Gruyter, Berlin (1971). • Originalliteratur.

1	**Modulbezeichnung** 65077	**Spektraltheorie** Spectral theory	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Gandalf Lechner
5	**Inhalt**	In diesem Modul werden in Vorlesungen und interaktiven Übungen die wesentlichen Eigenschaften der Spektraltheorie von beschränkten und unbeschränkten Operatoren auf Hilberträumen studiert. Neben der allgemeinen Theorie (Definitionsbereiche, Adjungierte, Abschließbarkeit, Selbstadjungiertheit, Spektralsatz, messbarer Kalkül) werden wichtige Anwendungen besprochen, insbesondere der Satz von Stone und Grundzüge der Streutheorie. Die Übungen stellen einen wesentlichen Teil der Veranstaltung dar und dienen zur Präsentation/Diskussion von Übungsaufgaben und Fragen sowie dem Erläutern von weiteren Anwendungen z.B. in der theoretischen Quantenphysik.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • nennen und erklären die Grundprinzipien der Spektraltheorie von Operatoren auf Hilberträumen • können die erlernten Konzepte mit relevanten Beispielen illustrieren • demonstrieren Vertrautheit mit Anwendungen dieser Theorie auf unitäre Einparametergruppen (Stone, Streutheorie) • sind in der Lage, Lösungen von Übungsaufgaben an der Tafel zu erklären
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Funktionalanalysis I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (20 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch: Die Unterrichts- und Prüfungssprache wird von der/dem Dozierenden zu Vorlesungsbeginn festgelegt

16	**Literaturhinweise**	Bücher von Reed-Simon, Werner. Eine genaue Liste von Büchern wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

1	**Modulbezeichnung** 65740	**Stochastische Methoden für die Wirtschaftswissenschaften** Stochastic Methods in Economics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Wolfgang Stummer
5	**Inhalt**	Aktuelle fortgeschrittene stochastische Verfahren, die zur Modellierung von modernen wirtschaftswissenschaftlichen Fragestellungen angewendet werden können. Die aktualisierten definitiven Inhalte werden zeitnah veröffentlicht. Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verwenden diverse vielseitig nutzbare, zeitdynamische und zeitstatische wahrscheinlichkeitstheoretische und mathematisch-statistische Methoden und setzen diese zur Lösung von zeitgemäßen wirtschaftswissenschaftlichen Problemstellungen (aus der Finanzwirtschaft, Versicherungswirtschaft, Volkswirtschaftslehre, Wirtschaftspolitik, Marketing) eigenständig ein; • sammeln und bewerten fachspezifisch adäquat - auf hohem Niveau - relevante quantitative unsicherheitsbehaftete Informationen und erkennen entsprechende komplexe Zusammenhänge, welche sie für einschlägige risikobezogene Entscheidungsprozesse nutzen; • klassifizieren Probleme und lösen diese selbstständig auf fortgeschrittene Art und Weise analytisch.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Module „Stochastische Modellbildung“, „Analysis I, II, III“, „Lineare Algebra I,II“, sowie „Wahrscheinlichkeitstheorie“.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Es gibt ein eigenes Vorlesungsmanuskript, das über die elektronische Lehrplattform StudOn bereitgestellt wird.

1	**Modulbezeichnung** 65062	**Stochastische Modellbildung** Stochastic modelling	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Stochastische Modellbildung (integriert ist 'Stochastische Modelle für ILS') (4 SWS) Übung: Tutorium zur Stochastischen Modellbildung (2 SWS) Übung: Tutorium zu Stochastische Modelle für ILS (2 SWS) Übung: Zentralübung zur Stochastischen Modellbildung / Stochastische Modelle für ILS (2 SWS)	7 ECTS 2 ECTS 2 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Christophorus Richard	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Torben Krüger
5	**Inhalt**	• Diskrete Wahrscheinlichkeitsräume und Kombinatorik (Urnenmodelle, Binominalverteilung • Produktexperimente (Unabhängigkeit und bedingte Wahrscheinlichkeit) • Zufallsvariable (Unabhängigkeit, Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, Korrelation) • Schwaches und starkes Gesetz der großen Zahlen für unabhängige Sequenzen • Allgemeine Modelle, Wahrscheinlichkeitsmasse mit Dichten • Normalapproximation und Poissonapproximation der Binominalverteilung mit Anwendungen • Allgemeine Formulierung des starken Gesetzes der großen Zahlen u. Zentralen Grenzwertsatzes • Markowketten • Grundbegriffe der Schätztheorie (Maximum-Likelihood, Konsistenz, Konfidenzintervalle, Fragen der Optimalität) • Testtheorie (Grundlegende Ideen und Beispiele) • t-Test und Binomialtest Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • setzen sich mit Modellierungsfragen für statistische Modelle und elementare Prozesse, die in Naturwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Technik auftreten auseinander und nennen und erklären die entsprechenden Methoden; • führen Modellanalyse mit kombinatorischen und expliziten analytischen Methoden selbständig durch; • verwenden die grundlegenden Begriffe und Konzepte sicher und setzten sie zur Lösung konkreter Probleme ein; • sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her; • klassifizieren und lösen selbständig Probleme analytisch.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Analysis I und II • Lineare Algebra I und II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung Prüfungsleistung: Klausur 90 min Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• U. Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik; 8. Auflage, 2005 • Hans-Otto Georgii: Stochastik; 3. Auflage, 2007

1	**Modulbezeichnung** 65091	**Wahrscheinlichkeitstheorie** Probability theory	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wahrscheinlichkeitstheorie (4 SWS) (SoSe 2027) Übung: Zentralübung zur Wahrscheinlichkeitstheorie (1 SWS) (SoSe 2027) Tutorium: Tutorien zur Wahrscheinlichkeitstheorie (1 SWS) (SoSe 2027)	10 ECTS 3 ECTS 0 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Torben Krüger
5	**Inhalt**	• Mengensysteme, messbare Abbildungen, Maße, Integrationstheorie • Maße mit Dichten • Podukträume, unabhängige Zufallsvariablen und gekoppelte Experimente • Bedingte Erwartungen und Martingale • Mehrdimensionale Normalverteilungen • Stochastische Ungleichungen und Grenzwertsätze • 0-1 Gesetze • Grenzwertsätze • Große Abweichungen • Grundlagen stochastischer Prozesse Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Präsenzübungen und Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen und erklären die formale maßtheoretische Grundlage der Wahrscheinlichkeitstheorie und übertragen diese. • erfassen und formulieren zufällige Phänomene mit mathematisch komplexeren Strukturen. • nennen und erklären die wichtigsten stochastischen Prozesse, die in den Anwendungen eine Rolle spielen. • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge zu anderen mathematischen Themenfeldern. • klassifizieren und lösen selbstständig Probleme analytisch.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Stochastische Modellbildung, sowie Grundlagen in Analysis und Linearer Algebra
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung

		Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben proWoche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Bauer: Einfu?hrung in die Wahrscheinlichkeitstheorie • Breiman: Probability • Durrett: Probability • Klenke: Wahrscheinlichkeitstheorie

1	**Modulbezeichnung** 65855	**Nichtlineare Optimierung 1** Non-linear optimization 1	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Nichtlineare Optimierung 1 (4 SWS) Übung: Übungen zu Nichtlinearer Optimierung 1 (2 SWS) Vorlesung Nichtlineare Optimierung 1 (7 ECTS) Übung zu Nichtlineare Optimierung 1 (3 ECTS)ptimierung 1 (3 ECTS)	10 ECTS -
3	Lehrende	Dr. Lukas Pflug	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Wolfgang Achtziger
5	**Inhalt**	• Unrestringierte Probleme der Nichtlinearen Optimierung (u.a. Optimalitätsbedingungen, Abstiegsverfahren, Verfahren der konjugierten Richtungen, Quasi-Newton-Methoden) • Einführung in restringierte Probleme der Nichtlinearen Optimierung (u.a. Optimalitätsbedingungen)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • nennen und erklären Grundbegriffe der Nichtlinearen Optimierung; • modellieren und läsen praxisrelevante Probleme mit Hilfe der erlernten Verfahren; • sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Studiengänge Mathematik B.Sc., Technomathematik B.Sc., Wirtschaftsmathematik B.Sc.: Erfolgreicher Abschluss der Module Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I, Einführung in die Numerik bzw. Numerische Mathematik • Studiengang Data Science B.Sc.: Erfolgreicher Abschluss der Module Mathematik für Data Sciene 1, Mathematik für Data Science 2, Einführung in die Numerik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 • Mathematik B.Sc. • Technomathematik B.Sc. • Wirtschaftsmathematik B.Sc. • Data Science B.Sc.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung Klausur (90 min), Übungsleistung (wöchentliche Hausaufgaben, ca. 4 Aufgaben pro Woche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Geiger, Ch. Kanzow: Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben; Springer, 2013 • Geiger, Ch. Kanzow: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben; Springer, 2002 • W. Alt: Nichtlineare Optimierung; Vieweg+Teubner, 2011 • F. Jarre und J. Stoer: Optimierung; Springer, 2004 • M.S. Bazaraa, H.D. Sherali, C.M. Shetty: Nonlinear Programming Theory and Algorithms; Wiley, New York, 2006

1	**Modulbezeichnung** 65839	**Mathematische Quantentheorie** Mathematical Quantum Theory	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Gandalf Lechner
5	**Inhalt**	Einführung in den mathematischen Rahmender nichtrelativistischen Quantentheorie – Hilbertraumformalismus inklusiveSpektraltheorie, Schrödinger-Operatoren und Schrödinger-Gleichung,Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Drehimpuls/Spin inklusive wichtiger Beispiele(harmonischer Oszillator, Wasserstoffatom). Imzweiten Teil der Vorlesung wechselnde Themen wie zB Streutheorie,Vielteilchensysteme (Kontinuum/Gitter), Verschränkung undQuanteninformationstheorie, C*-dynamische Systeme, Näherungsverfahren, Stabilitätder Materie.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden nennen und erklären die Prinzipien, Techniken undAussagen der mathematischen Quantentheorie
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Funktionalanalysis I. Empfohlen: Funktionalanalysis II.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6;2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Wahlpflichtmodul in . M.Sc. Mathematik (Studienrichtung „Analysis und Stochastik“) . M.Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematische Wahlpflichtmodule) .

		6. Semester B.Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik, Angewandte Mathematik)) Auch offen für Physikstudierende mit entsprechender mathematischer Vorbildung
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich mündliche Prüfung (20 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Bücher von Hall, Reed-Simon, Teschl. Eine genaue Liste von Büchern wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

1	**Modulbezeichnung** 65835	**Fourieranalysis und Distributionstheorie** Fourier analysis and distribution theory	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Markus Fröb Prof. Dr. Gandalf Lechner
5	**Inhalt**	• Fourierreihen für periodische Funktionen und Fouriertransformation auf dem Rn (Konvergenzarten, Summierbarkeit, Plancherelformel, Faltung, Approximation der Eins, Riemann-Lebesgue-Lemma) • Testfunktionenräume, insb. Schwartzraum und deren Topologie • Temperierte Distributionen und deren Fouriertransformation • Struktursätze für temperierte Distributionen, Kernsatz von Schwartz, Satz von Paley-Wiener • Anwendungen: Fundamentallösungen für partielle Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten, insb. Wärmeleitungsgleichung und Wellengleichung DiePräsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung derwesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden nennen und erklären die grundlegenden Prinzipien,Techniken und Aussagen der Fourieranalysis und Distributionstheorie und könnendiese auf konkrete Probleme anwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Analysis I, II, III, Lineare Algebra I, II, empfohlen: FunktionentheorieI
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 4./6. Semester Bachelor oder 2./4. Semester Master
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (20 Minuten) Übungsleistung: wöchentlicheHausaufgaben mündlichePrüfung (20 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	· L. Schwartz: Théorie des distributions. Hermann & Cie., Paris, 1966. . W. Rudin: Functional analysis. McGraw-Hill, New York, 1973. . W. Walter: Einführung in die Theorie der Distributionen. Bibliographisches Institut Wissenschaftsverlag, Mannheim, 1974. · E. Stein, R. Shakarchi: Fourier analysis: an introduction. Princeton Lectures in Analysis I. Princeton University Press, Princeton, NJ, 2003. · G. Friedlander, M. Joshi: Introduction to the theory of distributions, 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2008. . J. J. Duistermaat, J. A. C. Kolk: Distributions: theory and applications, Birkhäuser Boston, MA, 2010. L.

		Grafakos: Classical Fourier Analysis, Springer New York, NY, 2014.

Theoretische Mathematik

1	**Modulbezeichnung** 65311	**Algebra**	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Tutorium zur Algebra (2 SWS) Vorlesung: Algebra (4 SWS) Übung: Übungen zur Algebra (2 SWS)	2 ECTS 6 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Peter Fiebig	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Peter Fiebig
5	**Inhalt**	• Gruppentheorie: Untergruppen, Quotienten, Operationen von Gruppen, endlich erzeugte abelsche Gruppen • Ringtheorie: Ideale, Quotienten, Polynomringe, maximale Ideale, • Irreduzibilität • Elementare Zahlentheorie: Restklassenringe, Eulersche phi-Funktion, Chinesischer Restsatz, quadratisches Reziprozitätsgesetz Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • nennen und erklären algebraische Strukturen anhand von Gruppen, Ringen und Körpern und verwenden diese; • behandeln auch komplexe Symmetrien mittels Gruppentheorie selbständig; • lösen geometrische und zahlentheoretische Probleme mittels Ringtheorie und Zahlentheorie; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Module Lineare Algebra I und II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit Übungsleistung Dauer Klausur: 120 min Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit Übungsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• M. Artin: Algebra • Fischer: Algebra • N. Jacobson: Basic Algebra I, II + Skript • S. Lang: Algebra

1	**Modulbezeichnung** 65074	**Algebraische Kurven für Bachelor/Lehramt** Algebraic curves for Bachelor's/teacher training programs	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Wolfgang Ruppert
5	**Inhalt**	• Grundbegriffe der Algebraischen Geometrie • Nichtsinguläre Kurven • Divisoren • Differentialformen • Satz von Riemann-Roch • Kurven vom Geschlecht 1 • Rationale Abbildungen zwischen Kurven • Hyperelliptische Kurven • Anwendungen in Kryptographie und Zahlentheorie Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären und verwenden grundlegende Begriffe aus der Theorie der algebraischen Kurven, • setzen geeignete Software ein um praktisch mit algebraischen Kurven umzugehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	solide Grundkenntnisse der Algebra und Körpertheorie
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript zum Modul

1	**Modulbezeichnung** 65973	**Analytische Zahlentheorie** Analytic number theory	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Wolfgang Ruppert
5	**Inhalt**	• Grundlegende Fragestellungen der Analytischen Zahlentheorie • Abschätzungen mit elementaren Methoden, partielle Summation • Dirichlet-Reihen und der Primzahlsatz • Dirchlet-L-Reihen und der Dirichletsche Primzahlsatz Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform.Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erklären und verwenden grundlegende Begriffe der Analytischen Zahlentheorie. Sie wenden Methoden der Analysis und Funktionentheorie auf zahlentheoretische Fragestellungen an.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse der Analysis, Algebra und Funktionentheorie
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 20 Min.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vorlesungsskript zum Modul

1	**Modulbezeichnung** 65886	**Approximationstheorie** Approximation theory	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Cornelia Schneider
5	**Inhalt**	Einführung in die klassische Approximationstheorie: z.B. • Satz von Weierstraß (Bernstein Polynome, Verallgemeinerungen) • Approximation periodischer Funktionen (Fejér Kerne, Fourier-Reihen) • Bestapproximation (Existenz und Eindeutigkeit in normierten Räumen), algebraische Polynome, Charaktierisierungssatz von Kolmogorov, orthogonale Projektionen in Hilberträumen • Approximationsraten und Funktionenräume, Stetigkeitsmoduli, Sätze vom Jackson-Bernstein-Typ, Approximationsräume
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden sollen die Relevanz • der Approximationstheorie (als Teilgebiet der Analysis) für praktische Probleme erkennen und sich Kenntnisse über die Grundprinzipien von Approximation aneignen • erfahren, wie Methoden aus Analysis (Funktionalanalysis), Linearer Algebra und Numerik in der Approximationstheorie zusammenwirken • Kenntnisse aus Basis und Aufbaumodulen neu bewerten • die Beziehungen der Approximationstheorie zu anderen Bereichen der Mathematik und zu anderen Wissenschaften erkennen • mathematische Arbeitsweisen einüben (Entwickeln von mathematischer Intuition und deren formaler Begründung, Schulung des Abstraktionsvermögens, Beweisführung) in den Übungen ihre mündliche Kommunikationsfähigkeit durch Einüben der freien Rede vor Publikum und bei der Diskussion verbessern
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen: Analysis-Module des Bachelorstudiums
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Wahlpflichtmodul in • B.Sc. Bachelor Mathematik (Theoretische Mathematik, Angewandte Mathematik)

		• B.Sc. Technomathematik (Numerische Mathematik, Modellierung und Optimierung) • B.Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematische Wahlpflichtmodule) • M. Sc. Mathematik (Studienrichtungen “Analysis und Stochastik”, “Modellierung, Simulation und Optimierung”) • M.Sc. Computational and Applied Mathematics (Studienrichtung “Modellierung und Simulation”) • M.Sc. Wirschaftsmathematik (Mathematische Wahlpflichtmodule) Freies Wahlmodul in - M.Sc. CAM - M.Sc. Data Science
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche) Klausur (60 min) oder mündliche Prüfung (30 min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Klausur oder mündliche Prüfung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• B. Carl und I. Stephani: Entropy, compactness, and the approximation of operators, Cambridge Univ. Press, Cambridge (1990). • R.A. DeVore und G.G. Lorentz: Constructive Approximation, Springer, Berlin, 1993. • G.G. Lorentz: Approximation of functions, 2. Auflage, Chelsea, New York (1986). • M.W. Müller: Approximationstheorie, Studientexte Mathematik, Akad. Verlagsgesellsch. Wiesbaden (1978. • A. Schönhage: Approximationstheorie, De Gruyter, Berlin (1971).

1	**Modulbezeichnung** 65913	**Curves and surfaces**	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kang Li
5	**Inhalt**	In this lecture, we cover theoretical aspects and solution strategies for difficult integer and mixed-integer optimization problems. First, we show the equivalence between separation and optimization. Then, we present solution strategies for large-scale optimization problems, e.g., decomposition methods and approximation algorithms. Finally, we deal with conditions for the existence of integer polyhedra. We also discuss applications for example from the fields of engineering, finance, energy or public transport.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • use basic terms of discrete optimization • model real-world discrete optimization problems, determine their complexity and solve them with appropriate mathematical methods.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: Knowledge in linear and combinatorial optimization, discrete optimization I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (20 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Lecture notes Bertsimas, Weismantel: Optimization over Integers, Dynamic Ideas, 2005

		Conforti, Cornuéjols, Zambelli: Integer Programming, Springer 2014 Nemhauser, Wolsey: Integer and Combinatorial Optimization, Wiley 1994 Schrijver: Combinatorial optimization Vol. A ? C, Springer 2003 Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming, Wiley, 1986 Wolsey: Integer Programming, Wiley, 2021

1	**Modulbezeichnung** 65938	**Distributionen, Sobolevräume und elliptische Differentialgleichungen** Distributions, Sobolev spaces and elliptical differential equations	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Cornelia Schneider
5	**Inhalt**	Distributionentheorie: • Testfunktionen, Distributionen und deren Eigenschaften • Fouriertransformation • Sobolevräume • Randwerte, Sobolevsche Einbettungssätze • Äquivalente Normen, Ungleichungen • Elliptische Differentialgleichungen: • Randwertprobleme • A-priori-Abschätzungen • L_2 Theorie für den Laplace Operator
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Einführung in die Theorie der Distributionen und deren Anwendungen • Erweiterung der Kenntnisse der Analysis Kennenlernen von modernen Methoden und Hilfsmitteln (zum Lösen partiellen Differentialgleichungen)
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Analysis-Module des Bachelorstudiums
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Dauer der mündlichen Prüfung: 15 min
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• R.A. Adams, J.J.F. Fournier, Sobolev spaces, Pure and Applied Mathematics 140, Elsevier, Academic Press (2003).

		• D.D. Haroske, H. Triebel, Distributions, Sobolev spaces, Elliptic equations. European Math. Soc., Zurich, 2008. • H. Triebel, Higher Analysis, J.A. Barth, Leipzig, 1992.

1	**Modulbezeichnung** 65083	**Efficient discretization of two-phase flow**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Stefan Metzger
5	**Inhalt**	Based on recent scientific publications, different discretization approaches for two-phase flow are discussed.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • can use original literature to familiarise themselves with a current research topic, • can structure the content acquired both verbally and in writing and make their own contributions to its presentation and/or substance, • learn scientific content on the basis of academic lectures and actively discuss it at a plenary session, • learn to compare different discretization methods regarding their specific advantages and disadvantages.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: Numerics of Partial Differential Equations I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 7
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Vortrag (60 Min) + schriftliche Ausarbeitung (5-15 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Depending on topic. Will be published on StudOn at the beginning of the semester.

1	**Modulbezeichnung** 65070	**Einführung in die Darstellungstheorie** Introduction to representation theory	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Peter Fiebig
5	**Inhalt**	• Darstellungen endlicher Gruppen • Module über Ringen • Halbeinfache Ringe • Kategorien und Funktoren • Anwendungen Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • nennen und erläutern die grundlegenden Begriffe der Darstellungstheorie anhand beispielhaft ausgewählter Kapitel und erkennen und erklären deren Zusammenhänge; • ordnen Methoden aus der Algebra in einen übergreifenden Kontext ein und wenden diese an; • analysieren und bewerten algebraische Strukturen und erkennen Zusammenhänge; • klassifizieren und lösen selbstständig algebraische Probleme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Modul Algebra
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (20 Minuten) Übungsleistung Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• C. Meusburger, Vorlesungsskript "Einführung in die Darstellungstheorie" • S. Sternberg, "Group Theory and Physics", CUP 1994 • M. Artin, "Algebra", Pearson, 2011.

1	**Modulbezeichnung** 65881	**Einführung in die gewöhnlichen Differentialgleichungen** Introduction to ordinary differential equations	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in die gewöhnlichen Differentialgleichungen (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übungen zu Einführung in die gewöhnlichen Differentialgleichungen (2 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Lea Boßmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes
5	**Inhalt**	Grundlagen zu folgenden Themen: • Typen von Differentialgleichungen und elementare Lösungsmethoden • Existenz-, Eindeutigkeits- und Stetigkeitssätze für das Anfangswertproblem • Differentialungleichungen (Lemma von Gronwall) • Fortsetzung von Lösungen • lineare und gestörte lineare Systeme • Stabilität Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • lösen einfache, insbesondere autonome lineare Differentialgleichungen selbständig • erklären und prüfen qualitative Eigenschaften wie Stabilität • wenden die relevanten Lösungsmethoden selbstständig an • klassifizieren konkrete Probleme und setzen theoretische Modelle zur Behandlung ein • überführen die Prinzipien in allgemeineren oder auch einfacheren Kontext
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Analysis 1 und 2, Lineare Algebra 1 und 2
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskripte zu diesem Modul • H. Amann: Gewöhnliche Differentialgleichungen. de Gruyter • V.I. Arnol'd: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Springer • H. Heuser: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Teubner • W. Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Springer

1	**Modulbezeichnung** 65110	**Funktionalanalysis** Functional analysis	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Funktionalanalysis I (4 SWS) (SoSe 2027) Übung: Übung zur Funktionalanalysis I (2 SWS) (SoSe 2027)	10 ECTS -
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Günther Grün
5	**Inhalt**	Grundlagen zu folgenden Themen: • Hilbert- und Banach-Räume • Sobolev-Räume • Lineare Operatoren • Lineare Funktionale und der Satz von Hahn-Banach • Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit • Kompakte Operatoren • Lösbarkeit linearer Gleichungen (inklusive Fredholm'sche Alternative) • Spektraltheorie kompakter Operatoren und Anwendungen Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • nennen und erklären die Grundprinzipien der linearen Funktionalanalysis und verwenden diese; • kennen und erklären die Topologien von Hilbert- und Banachräumen, weisen Konvergenz von Folgen in unterschiedlichen Topologien nach (stark, schwach) und zeigen Implikationen aus kompakten Einbettungen auf; • beweisen Aussagen zu Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen linearer Operatorgleichungen und zeigen insbesondere die Existenz schwacher Lösungen zu Randwertproblemen bei linearen elliptischen Differentialgleichungen; • treffen Aussagen zur Integrierbarkeit bzw. Glattheit von Sobolev-Funktionen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Drei der vier Module Lineare Algebra I und II, Analysis I und II müssen bestanden sein.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (20 Minuten) Übungsleistung Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)

11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskripte zu diesem Modul • H.W. Alt: Lineare Funktionalanalysis; Springer • D. Werner: Funktionalanalysis; Springer

1	**Modulbezeichnung** 65927	**Funktionalanalysis II** Function analysis II	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zur Funktionalanalysis II (2 SWS) Vorlesung: Funktionalanalysis II (4 SWS)	- 10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Gandalf Lechner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes
5	**Inhalt**	Ausgewählte vertiefende Kapitel der Funktionalanalysis,z. B. Spektraltheorie, Indextheorie, unbeschränkte Operatoren, Fixpunktsätze von Brouwer und Schauder, monotone Operatoren, selbstadjungierte Erweiterungen, Halbgruppen, Anwendungen in der Festkörperphysik oder bei nichtlinearen partiellen Differentialgleichungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden nennen und erklären vertiefte Aussagen und Techniken aus der Funktionalanalysis und ihrer Anwendungen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Funktionalanalysis I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 20 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 225 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Bücher von Lax, Reed-Simon, Showalter, Ruzicka, Alt, Brezis, Werner mit Titel Funktionalanalysis

1	**Modulbezeichnung** 65351	**Funktionentheorie I** Complex analysis I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Funktionentheorie (2 SWS) (SoSe 2027) Übung: Übungen zur Funktionentheorie I (2 SWS) (SoSe 2027)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes
5	**Inhalt**	Grundlagen zu folgenden Themen: • Holomorphe Abbildungen • Cauchy-Riemann'sche Differentialgleichungen • Wegintegrale und der Cauchy'sche Integralsatz • Satz von Liouville • Laurent-Reihen • Residuenkalkül Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären die Grundprinzipien der Funktionentheorie und wenden diese an; • erkennen die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen reell und komplex differenzierbaren Funktionen und erklären diese; • wenden komplex-analytische Methoden zur Lösung von Problemen der reellen Analysis selbständig an.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Analysis I und II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit Übungsleistung Dauer Klausur: 90 min Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit Übungsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• Freitag, Busam: Funktionentheorie I • Remmert: Funktionentheorie

1	**Modulbezeichnung** 65087	**Funktionentheorie II** Complex analysis II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Funktionentheorie II (2 SWS) Übung: Übungen zur Funktionentheorie II (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb
5	**Inhalt**	Behandelt werden folgende Themen: • Null- und Polstellenzählende Integrale • Folgen holomorpher Funktionen • Partialbruchentwicklung -Satz von Mittag-Leffler • Unendliche Produkte Satz von Weierstraß • Riemannscher Abbildungssatz • Riemannsche Zetafunktion Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt in den Übungen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen die zentralen Techniken der Funktionentheorie und wenden diese an; • erkennen die besonderen Phänomene im Komplexen und erklären diese; • wenden komplex-analytische Methoden zum Studium konkreter Funktionen selbstständig an.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Funktionentheorie I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (15 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skript zur Funktionentheorie II • Freitag, Busam: Funktionentheorie • Remmer: Funktionentheorie

1	**Modulbezeichnung** 65621	**Geometrie** Geometry	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Geometrie von Mannigfaltigkeiten (4 SWS) Übung: Übungen zur Geometrie von Mannigfaltigkeiten (2 SWS) Vorlesung: Diophantische Geometrie	7 ECTS 3 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb Prof. Dr. Wolfgang Ruppert	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Peter Fiebig
5	**Inhalt**	Dieses Modul wird mit wechselnden Schwerpunkten angeboten: • Euklidische, hyperbolische, sphärische und projektive Geometrie (Symmetriegruppen geometrischer Strukturen, Invarianten, Geodäten, Dreiecke, Krümmung) • Elementare Differentialgeometrie: Kurventheorie (ebene Kurven, Raumkurven), Flächentheorie (Fundamentalformen, Krümmung, Integration, spezielle Klassen, Riemannsche Metriken) • Algebraische Geometrie: Kommutative Algebra, Nullstellensatz, Affine Varietäten, Projektive Varietäten, Normalisierung, Singularitäten, Algebraische Gruppen • diophantische Geometrie: diophantische Gleichungen und ihre Nullstellen, elliptische Kurven, geometrische Anwendungen Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • wenden Methoden einer der Vertiefungsrichtungen der Geometrie an; • analysieren konkrete Beispiele systematisch und behandeln diese im Rahmen der allgemeinen Theorie.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Die Module der Linearen Algebra, Analysis und Algebra
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit Übungsleistung Dauer der Klausur: 90 Min. Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (unbenotet)

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit Übungsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Bekanntgabe in der Vorlesung

1	**Modulbezeichnung** 65976	**Geometrie von Mannigfaltigkeiten** Geometry of manifolds	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Geometrie von Mannigfaltigkeiten (2 SWS) Vorlesung: Geometrie von Mannigfaltigkeiten (4 SWS)	3 ECTS 7 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb
5	**Inhalt**	Eine Auswahl aus den folgenden Themen: • Mannigfaltigkeiten (Tangentialvektoren, Vektorfelder, Flüsse) • Vektorbündel (Tensorbündel und (Semi-)Riemannsche Strukturen) • Differentialformen (Orientierung, Integration) • Affine Zusammenhänge (Paralleltransport, Krümmung) • Geodäten (Distanz, Jacobi Vektorfelder) • Einführung in der geometrischen Analysis • Symplektische und Poisson-Strukturen • Liegruppen und glatte Wirkungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • nennen und erklären die grundlegende Theorie der Mannigfaltigkeiten und ihrer Struktur, • erkennen und verwenden zusätzliche geometrische Strukturen auf Mannigfaltigkeiten wie zum Beispiel affine Zusammenhänge, Riemannsche Metriken oder symplektische Formen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse in Topologie, Analysis und Gewöhnliche Differentialgleichungen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) mündliche Prüfung 20 min
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) mündliche Prüfung 100%
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• S. Lang: "Differential and Riemannian manifolds" • J.M. Lee: "Introduction to Riemannian Manifolds" • R.L. Bishop and R.J. Crittenden, "Geometry of manifolds"

		• F. Warner: "Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups"

1	**Modulbezeichnung** 65944	**Geometrische Maßtheorie I** Geometric measure theory I	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Manuel Friedrich
5	**Inhalt**	• Grundlagen der Maßtheorie • Hausdorff-Maß • Obere und untere Dichte, Dichteabschätzungen • Der Darstellungssatz von Riesz • Schwache Konvergenz von Radon-Maßen • Der Satz von Lebesgue-Radon-Nikodym • Differentiationssatz von Lebesgue • Lipschitz-Funktionen, der Satz von Rademacher • Flächen- und Koflächenformel im Lipschitz Kontext • Rektifizierbare Mengen, approximativer Tangentialraum • Rektifizierbare Varifaltigkeiten Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erarbeiten sich die grundlegenden Konzepte der Geometrischen Maßtheorie. Ziel ist das tiefere Verständnis der Kategorie der Lipschitz Funktionen und den daraus konstruierten rektifizierbaren Mengen bzw. Varifaltigkeiten, die in der Variationsrechnung eine zentrale Rolle spielen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Maß- und Integrationstheorie
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 20 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• H. Federer, Geometric Measure Theory, Springer 1996

		• L. Simon, Introduction to Geometric Measure Theory, ANU 1983 • P. Mattila, Geometry of Sets and Measures in Euclidean spaces, Cambridge University Press 1999 • L.C. Evans, R.F. Gariepy, Measure Theory and Fine Properties of Functions, CRC Press 1991

1	**Modulbezeichnung** 65100	**Gewöhnliche Differentialgleichungen** Ordinary differential equations	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes
5	**Inhalt**	Grundlagen zu folgenden Themen: • Typen von Differentialgleichungen und elementare Lösungsmethoden • Existenz-, Eindeutigkeits- und Stetigkeitssätze für das Anfangswertproblem • Differentialungleichungen (Lemma von Gronwall) • Fortsetzung von Lösungen • lineare und gestörte lineare Systeme • autonome Systeme und Flüsse • Stabilität • Randwertprobleme Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • lösen einfache, insbesondere autonome lineare Differentialgleichungen selbständig • erklären und prüfen qualitative Eigenschaften wie Stabilität • wenden die relevanten Lösungsmethoden selbstständig an • klassifizieren konkrete Probleme und setzen theoretische Modelle zur Behandlung ein • überführen die Prinzipien in allgemeineren oder auch einfacheren Kontext
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Analysis 1 und 2
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskripte zu diesem Modul • H. Amann: Gewöhnliche Differentialgleichungen. de Gruyter • V.I. Arnol'd: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Springer • H. Heuser: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Teubner • W. Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Springer

1	**Modulbezeichnung** 65099	**Introduction to abstract harmonic analysis**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kang Li
5	**Inhalt**	• Haar Integration on Locally Compact Groups • The Fourier Transform • Duality for Abelian Groups • Plancherel Theorem • Pontryagin Duality • The Structure of LCA-Groups • The Peter-Weyl Theorem for Compact Groups • Stone-von Neumann Theorem
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After following this course, the student (1) knows the integration on locally compact groups; (2) has acquired insight in the elementary theory on duality for abelian groups and compact groups; (3) can illustrate the various concepts and results treated in this course with relevant examples; (4) has gained basic intuition about unitary dual and is able to verify intuitive conjectures by giving either rigorous proofs or counterexamples; (5) -> is able to explore some problems, examples, applications or extensions related to the course, independently using the literature.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Knowledge of set theoretic topology, Lebesgue integration, and functional analysis on an introductory level.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 15 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Principles of Harmonic Analysis-Springer International Publishing (2014), Second Edition by Anton Deitmar and Siegfried Echterhoff

1	**Modulbezeichnung** 65943	**Kommutative Algebra** Commutative algebra	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kommutative Algebra (4 SWS) Übung: Übungen zur Kommutativen Algebra	10 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Thomas Creutzig	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Peter Fiebig
5	**Inhalt**	• Kommutative Ringe • Module kommutativer Ringe • [weitere Themen nach Interesse] Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären und verwenden die grundlegenden Begriffe und Methoden der kommutativen Algebra • liefern Beispiele, die wichtige Definitionen und Sätze der kommutativen Algebra veranschaulichen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse in Algebra und Körpertheorie
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 20 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Atiyah, M. F.; Macdonald, I. G. Introduction to commutative algebra. Addison-Wesley Publishing Co., Reading, Mass.-London-Don Mills, Ont. 1969 ix+128 pp. • Eisenbud, David Commutative algebra. With a view toward algebraic geometry. Graduate Texts in Mathematics, 150. Springer-Verlag, New York, 1995. xvi+785 pp. ISBN: 0-387-94268-8; 0-387-94269-6 • Matsumura, Hideyuki Commutative algebra. Second edition. Mathematics Lecture Note Series, 56. Benjamin/Cummings Publishing Co., Inc., Reading, Mass., 1980. xv+313 pp. ISBN: 0-8053-7026-9

1	**Modulbezeichnung** 65612	**Körpertheorie** Algebraic theory of fields	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorium zur Körpertheorie (2 SWS) (SoSe 2027) Übung: Übungen zur Körpertheorie (2 SWS) (SoSe 2027) Vorlesung: Körpertheorie (2 SWS) (SoSe 2027)	2 ECTS 2 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Peter Fiebig
5	**Inhalt**	• Körpererweiterungen • Konstruktionen mit Zirkel und Lineal • Galoiskorrespondenz • Auflösbarkeit von Gleichungen Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • nennen die grundlegenden Begriffe der Erweiterungstheorie von Körpern erkennen die Zusammenhänge zwischen ihnen und erklären diese; • wenden das erlernte Fachwissen auf klassische mathematische Probleme selbständig an und arbeiten mit Galoiskorrespondenzen; • analysieren und bewerten algebraische Strukturen und erkennen Zusammenhänge
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Modul Algebra
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript zu diesem Modul • Lang: Algebra

		• Artin: Galois Theory

1	**Modulbezeichnung** 65979	**Kryptographie I** Cryptography I	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Kryptographie I / Kryptographie für Lehramt (2 SWS) Vorlesung: Kryptographie I / Kryptographie für Lehramt (4 SWS) Übung: Rechnerübung zur Kryptographie 1 (2 SWS)	- 10 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Daniel Tenbrinck	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Daniel Tenbrinck
5	**Inhalt**	• Einführung in die Kryptographie • Klassische Chiffrierverfahren • Grundeigenschaften der Ringe Z und Z/nZ • Primzahltests • Public-Key-Kryptosysteme RSA • Die Pollard-rho-Methode zur Faktorisierung • Kryptographische Anwendungen diskreter Logarithmen • Kryptographische Hashfunktionen • Digitale Signaturen • Methoden zur Berechnung diskreter Logarithmen • Enigma Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären wichtige kryptographische Verfahren und wenden diese praktisch an • nützen Software wie Maple, Python3 oder Sage zur Ver- und Entschlüsselung sowie zur Kryptoanalyse • erläutern wichtige zahlentheoretische Algorithmen, ihre theoretischen Hintergründe und ihre Funktion bei der Konstruktion von Public-Key-Kryptosystemen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und Lineare Algebra I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich Dauer der Klausur: 90 min
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript zum Modul • J. Buchmann: Einführung in die Kryptographie • J. Hoffstein, J. Pipher, J. H. Silvermann: An Introduction to Mathematical Cryptography

1	**Modulbezeichnung** 65980	**Kryptographie II** Cryptography II	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Wolfgang Ruppert
5	**Inhalt**	Die Vorlesung wird mit wechselnden Schwerpunkten angeboten, wobei jeweils ein spezielles zahlentheoretisches Gebiet (wie elliptische Kurven, quadratische Zahlkörper, Gitter) die Grundlage für kryptographische Anwendungen bildet. Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären fortgeschrittene kryptographische Verfahren und ihre mathematischen Hintergründe • setzen geeignete Software zum praktischen Umgang mit den besprochenen Kryptosystemen ein
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Kryptographie I • Algebra
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 20 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vorlesungsskript zum Modul

1	**Modulbezeichnung** 65981	**Lie-Algebren** Lie algebras	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Peter Fiebig
5	**Inhalt**	Grundlagen zu folgenden Themen: • Definition einer Lie-Algebra, • Definition von Darstellungen • Nilpotente und auflösbare Lie-Algebren • Halbeinfache Lie-Algebren • Wurzelsysteme und die Klassifikation halbeinfacher Lie-Algebren • Charakterformeln Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären und verwenden die grundlegenden Begriffe in der Struktur- und Darstellungstheorie von Lie-Algebren. • Insbesondere erläutern sie beispielhaft Klassifikationsprinzipien in der Mathematik.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Grundkenntnisse in Algebra
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 20 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript zu diesem Modul • J. Humphreys: Introduction to Lie algebras and representation theory, Springer

1	**Modulbezeichnung** 720057	**Lie-Gruppen** Lie groups	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb
5	**Inhalt**	• Lie-Algebra einer Lie-Gruppe, Exponentialfunktion • Abgeschlossene Untergruppen, Quotienten, homogene Räume • Überlagerungen von Lie-Gruppen, Strukturtheorie, Integrationsprobleme • Elementare Anwendungen in der Darstellungstheorie Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt in den Uebungen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden verwenden die grundlegenden Methoden der Lie'schen Gruppentheorie und insbesondere den Übersetzungsmechanismus von Lie-Algebra zur Gruppe mittels der Exponentialfunktion. Sie ordnen Methoden aus den Bereichen Algebra, Geometrie und Analysis in einen übergreifenden Kontext ein und wenden sie dort an.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Grundkenntnisse über Mannigfaltigkeiten (Vektorfelder, Flüsse), • Grundkenntnisse in Topologie (Bogenzusammenhang, Überlagerungen)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 20 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch: Die Unterrichts- und Prüfungssprache wird von der/dem Dozierenden zu Vorlesungsbeginn festgelegt
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript zu diesem Modul • Hilgert/Neeb, Structure and Geometry of Lie Groups

1	**Modulbezeichnung** 65073	**Mengentheoretische Topologie und elementare Homotopietheorie** Set-theoretic topology and elementary homotopy theory	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Topologie (4 SWS) Übung: Übungen zu Topologie (2 SWS) Übung: Tafelübung zum Querschnittsmodul Topologie (2 SWS)	7 ECTS 2 ECTS 1 ECTS
3	Lehrende	Dr. Bart van Steirteghem	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Cathérine Meusburger
5	**Inhalt**	• Stetige Funktionen, Zusammenhang, Trennungsaxiome • Erzeugung von Topologien (initiale, finale, Quotienten, Pullbacks, Pushouts, CW-Komplexe etc.) • Kompaktheit (Satz von Tychonov, kompakte metrische Räume,lokalkompakte Räume) • Grundbegriffe Kategorien und Funktoren • Homotopien, Fundamentalgruppen • Satz von Seifert und van Kampen Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Übungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • wenden die Methoden der allgemeinen Topologie, die in den Grundvorlesungen nur am Rande vorkommt, an • ordnen die topologischen Grundbegriffe in einen größeren Kontext ein • erklären die zentralen Resultate, die in vielen Bereichen der Mathematik, einschließlich der Funktionalanalysis und der algebraischen Topologie, zum Handwerkszeug gehören • können diese Resultate auf konkrete Fragestellungen aus verschiedenen Bereichen der Mathematik anwenden
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) Die erste Hälfte dieses Moduls kann auch als Wahlpflichtmodul „Topologie (Top), 5 ECTS“ verwendet werden.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (20 Minuten) Übungsleistung Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (unbenotet)

		Mündliche Prüfung (20 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Mündliche Prüfung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript zu diesem Modul • Laures, Syzmik: Grundkurs Topologie • Skript auf StudOn bereitgestellt und auch unter www.studium.math.fau.de/lehrveranstaltungen/skripten.html

1	**Modulbezeichnung** 65123	**Partielle Differentialgleichungen I** Partial differential equations I	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Partielle Differentialgleichungen I (2 SWS) Vorlesung: Partielle Differentialgleichungen I (4 SWS)	- 10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Robert Lasarzik	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Günther Grün
5	**Inhalt**	• schwache Existenztheorie elliptischer Gleichungen zweiter Ordnung • Regularität schwacher Lösungen (Differenzenquotientenmethode, Moser, Harnack) • Wärmeleitungsgleichung in Hölderräumen, Vergleichssätze Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erarbeiten sich einen Überblick über Anwendungsbereiche von PDGen. Sie verwenden einfache explizite Lösungsmethoden und nutzen klassische und schwache Zugänge zu Existenzresultaten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Analysis-Module des Bachelorstudiums
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 20 Min.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• E. DiBenedetto: Partial Differential Equations, Birkhäuser 2001 • L. C. Evans: Partial Differential Equations, AMS 1997 • D. Gilbarg, N. S. Trudinger: Elliptic Partial Differential Equations, Springer 1983 • Vorlesungsskriptum

1	**Modulbezeichnung** 65097	**Seminar Approximationstheorie** Seminar Approximation Theory	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Cornelia Schneider
5	**Inhalt**	Ausgewählte Kapitel im Bereich der klassischen und modernen Approximationstheorie: z.B. • Satz von Stone-Weierstrass, Satz von Korovkin, Müntz-Sätze, Haarscher Eindeutigkeitssatz, Sätze vom Jackson-Bernstein-Typ • Approximation mit Splines und Wavelets, Entropie, Approximations- und Kolmogorovzahlen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • arbeiten selbständig mit Literatur auf einem Spezialgebiet; • verwenden Präsentations- und Kommunikationstechniken, präsentieren mathematische Sachverhalte und diskutieren diese; • tauschen sich untereinander und mit dem Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen aus.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Analysis-Module des Bachelorstudiums
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Vortrag (60 Min) und schriftliche Ausarbeitung (5-15 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• B. Carl und I. Stephani: Entropy, compactness, and the approximation of operators, Cambridge Univ. Press, Cambridge (1990). • R.A. DeVore und G.G. Lorentz: Constructive Approximation, Springer, Berlin, 1993.

		• G.G. Lorentz: Approximation of functions, 2. Auflage, Chelsea, New York (1986). • M.W. Müller: Approximationstheorie, Studientexte Mathematik, Akad. Verlagsgesellsch. Wiesbaden (1978) • A. Schönhage: Approximationstheorie, De Gruyter, Berlin (1971). • Originalliteratur.

1	**Modulbezeichnung** 65871	**Seminar für Drittsemester Mathematik** Seminar for third-semester mathematics students	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! Anwesenheitspflicht mit aktiver Teilnahme an den Vorträgen der anderen TeilnehmerInnen.	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Gandalf Lechner
5	**Inhalt**	Dieses Seminar wendet sich an alle interessierten Studierenden, die die Grundvorlesungen (Analysis 1+2, Lineare Algebra 1+2) erfolgreich absolviert haben, weitere Voraussetzungen bestehen nicht. Insbesondere ist das Seminar für Drittsemester geeignet. Ziel ist es, schon recht früh im Studium selbstständig bzw. in Kleingruppen ein mathematisches Thema zu erarbeiten und zu üben, es in einem Vortrag angemessen darzustellen und ein entsprechendes Handout zu erstellen. Einerseits lernen Sie dabei eine Vielzahl von mathematischen Themen kennen, die die Inhalte der Grundvorlesungen ergänzen und vertiefen, und andererseits trainieren Sie, mathematische Inhalte effektiv zu kommunizieren, vor einer Gruppe frei zu sprechen, und überhaupt einen strukturierten Vortrag zu halten. Statt in einer Vorlesung zu sitzen und zuzuhören, können und sollen Sie hier das Seminar aktiv gestalten. Ein wichtiges Element der Vorträge bildet die Diskussion mit dem Publikum, bei dem der/die Sprecher/in Fragen beantwortet (oder stellt). Eine Liste von möglichen Themen, aus denen die TeilnehmerInnen wählen können, wird rechtzeitig bereitgestellt. Einige denkbare Beispiele sind: Tschebyschow-Polynome, die Newtonsche Differentialgleichung und konservative Kraftfelder, Unmögliche Kachelungen, Spektralsatz für endlichdimensionale normale Endomorphismen, Quaternionen, das Banach-Tarski Paradoxon.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Vertiefung und Ergänzung von zu den Grundvorlesungen (Analysis- und Lineare Algebra Zyklus) passenden Themen. • Selbstständiges Erarbeiten eines zugänglichen neuen mathematischen Themas. • Erfahrung mit freien Vorträgen sammeln, mathematische Kommunikationskompetenzen verbessern. • Training im Schreiben eines mathematischen Textes (Handout)
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Analysis 1+2, Lineare Algebra 1+2

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Vortrag (60 Min) und schriftliche Ausarbeitung (5-15 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 42 h Eigenstudium: 108 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	Passende Literatur variiert von Thema zu Thema.

1	**Modulbezeichnung** 65077	**Spektraltheorie** Spectral theory	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Gandalf Lechner
5	**Inhalt**	In diesem Modul werden in Vorlesungen und interaktiven Übungen die wesentlichen Eigenschaften der Spektraltheorie von beschränkten und unbeschränkten Operatoren auf Hilberträumen studiert. Neben der allgemeinen Theorie (Definitionsbereiche, Adjungierte, Abschließbarkeit, Selbstadjungiertheit, Spektralsatz, messbarer Kalkül) werden wichtige Anwendungen besprochen, insbesondere der Satz von Stone und Grundzüge der Streutheorie. Die Übungen stellen einen wesentlichen Teil der Veranstaltung dar und dienen zur Präsentation/Diskussion von Übungsaufgaben und Fragen sowie dem Erläutern von weiteren Anwendungen z.B. in der theoretischen Quantenphysik.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • nennen und erklären die Grundprinzipien der Spektraltheorie von Operatoren auf Hilberträumen • können die erlernten Konzepte mit relevanten Beispielen illustrieren • demonstrieren Vertrautheit mit Anwendungen dieser Theorie auf unitäre Einparametergruppen (Stone, Streutheorie) • sind in der Lage, Lösungen von Übungsaufgaben an der Tafel zu erklären
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Funktionalanalysis I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (20 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch: Die Unterrichts- und Prüfungssprache wird von der/dem Dozierenden zu Vorlesungsbeginn festgelegt

16	**Literaturhinweise**	Bücher von Reed-Simon, Werner. Eine genaue Liste von Büchern wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

1	**Modulbezeichnung** 65868	**Topics in Topology** Topics in topology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kang Li
5	**Inhalt**	Topics in Topology such as 1) The Nagata–Smirnov metrization theorem 2) Compactifications (including Stone–Čech compactification) 3) Topological groups (connection with group theory and measure theory) 4) Local fields (connection with field theory) 5) Stone–Weierstrass theorem (connection with functional analysis) 6) Topological dimension theory 7) The imbedding theorem 8) The fundamental group of Sn
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After following this seminar, the student • knows different topics in topology; • has acquired deep insight on one specific topic in topology; • can illustrate the various concepts and results treated in this seminar with relevant examples; • is able to explore some problems, examples, applications or extensions related to topology, independently using the literature; • has practiced presentations on mathematics.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Knowledge of set theoretic topology.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung talk (60 Min) und written elaboration (5-15 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Topology, James Munkres, Pearson Education Limited 2014

1	**Modulbezeichnung** 65080	**Topologie** Topology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Topologie (neu) (1 SWS) Vorlesung: Topologie (neu) (2 SWS) Übung: Tafelübung zu Topologie (neu) (1 SWS)	2 ECTS 2 ECTS 1 ECTS
3	Lehrende	Dr. Bart van Steirteghem	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb
5	**Inhalt**	• Stetige Funktionen, Zusammenhang, Trennungsaxiome • Erzeugung von Topologien (initiale, finale, Quotienten etc.) • Konvergenz in topologischen Räumen (Filter, Netze) • Kompaktheit (Satz von Tychonov, kompakte metrische Räume, lokalkompakte Räume) Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Übungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • wenden die Methoden der allgemeinen Topologie, die in den Grundvorlesungen nur am Rande vorkommen, an; • ordnen die topologischen Grundbegriffe in einen größeren Kontext ein
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) • Lehramt Mathematik (Geometrie)
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (15 Minuten) Übungsleistung Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (unbenotet)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript zu diesem Modul

1	**Modulbezeichnung** 65063	**Topologie und Anwendungen** Topology and applications	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb
5	**Inhalt**	• Stetige Funktionen, Zusammenhang, Trennungsaxiome • Erzeugung von Topologien (initiale, finale, Quotienten etc.) • Konvergenz in topologischen Räumen (Filterkonvergenz, Netze) • Kompaktheit (Satz von Tychonov, kompakte metrische Räume, lokalkompakte Räume) • Überlagerungen • Anwendung auf Funktionenräume (Satz von Stone-Weierstraß, Satz von Ascoli) Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Übungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • wenden die Methoden der allgemeinen Topologie, die in den Grundvorlesungen nur am Rande vorkommt, an • ordnen die topologischen Grundbegriffe in einen größeren Kontext ein • erklären die zentralen Resultate, die in vielen Bereichen der Mathematik, einschließlich der Funktionalanalysis und der algebraischen Topologie, zum Handwerkszeug gehören • können diese Resultate auf konkrete Fragestellungen aus verschiedenen Bereichen der Mathematik anwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Wahlpflichtmodul in • B. Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik) • B. Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematisches Wahlpflichtmodul) Die erste Hälfte dieses Moduls kann auch als *Wahlpflichtmodul Topologie (Top), 5 ECTS* verwendet werden.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) • Übungsleistung (wöchentliche Hausaufgaben, unbenotet) • Schriftliche Prüfung (90 Min.)

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Klausur (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vorlesungsskript zu diesem Modul

1	**Modulbezeichnung** 65091	**Wahrscheinlichkeitstheorie** Probability theory	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wahrscheinlichkeitstheorie (4 SWS) (SoSe 2027) Übung: Zentralübung zur Wahrscheinlichkeitstheorie (1 SWS) (SoSe 2027) Tutorium: Tutorien zur Wahrscheinlichkeitstheorie (1 SWS) (SoSe 2027)	10 ECTS 3 ECTS 0 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Torben Krüger
5	**Inhalt**	• Mengensysteme, messbare Abbildungen, Maße, Integrationstheorie • Maße mit Dichten • Podukträume, unabhängige Zufallsvariablen und gekoppelte Experimente • Bedingte Erwartungen und Martingale • Mehrdimensionale Normalverteilungen • Stochastische Ungleichungen und Grenzwertsätze • 0-1 Gesetze • Grenzwertsätze • Große Abweichungen • Grundlagen stochastischer Prozesse Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Präsenzübungen und Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen und erklären die formale maßtheoretische Grundlage der Wahrscheinlichkeitstheorie und übertragen diese. • erfassen und formulieren zufällige Phänomene mit mathematisch komplexeren Strukturen. • nennen und erklären die wichtigsten stochastischen Prozesse, die in den Anwendungen eine Rolle spielen. • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge zu anderen mathematischen Themenfeldern. • klassifizieren und lösen selbstständig Probleme analytisch.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Stochastische Modellbildung, sowie Grundlagen in Analysis und Linearer Algebra
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung

		Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben proWoche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Bauer: Einfu?hrung in die Wahrscheinlichkeitstheorie • Breiman: Probability • Durrett: Probability • Klenke: Wahrscheinlichkeitstheorie

1	**Modulbezeichnung** 65726	**Zeitgenössische Algebraische Geometrie** Contemporary algebraic geometry	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Peter Fiebig
5	**Inhalt**	• Schemata • Morphismen • Eigenschaften von Schemata • Eigenschaften von Morphismen • [weitere Themen nach Interesse] Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären und verwenden die grundlegenden Begriffe und Methoden der zeitgenössischen algebraischen Geometrie • liefern Beispiele, die wichtige Definitionen und Sätze der zeitgenössischen algebraischen Geometrie veranschaulichen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse in Algebra und Körpertheorie empfohlen: Grundkenntnisse in Topologie
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 20 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 225 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	deutsch

1	**Modulbezeichnung** 65839	**Mathematische Quantentheorie** Mathematical Quantum Theory	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Gandalf Lechner
5	**Inhalt**	Einführung in den mathematischen Rahmender nichtrelativistischen Quantentheorie – Hilbertraumformalismus inklusiveSpektraltheorie, Schrödinger-Operatoren und Schrödinger-Gleichung,Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Drehimpuls/Spin inklusive wichtiger Beispiele(harmonischer Oszillator, Wasserstoffatom). Imzweiten Teil der Vorlesung wechselnde Themen wie zB Streutheorie,Vielteilchensysteme (Kontinuum/Gitter), Verschränkung undQuanteninformationstheorie, C*-dynamische Systeme, Näherungsverfahren, Stabilitätder Materie.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden nennen und erklären die Prinzipien, Techniken undAussagen der mathematischen Quantentheorie
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Funktionalanalysis I. Empfohlen: Funktionalanalysis II.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6;2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Wahlpflichtmodul in . M.Sc. Mathematik (Studienrichtung „Analysis und Stochastik“) . M.Sc. Wirtschaftsmathematik (Mathematische Wahlpflichtmodule) .

		6. Semester B.Sc. Mathematik (Theoretische Mathematik, Angewandte Mathematik)) Auch offen für Physikstudierende mit entsprechender mathematischer Vorbildung
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich mündliche Prüfung (20 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Bücher von Hall, Reed-Simon, Teschl. Eine genaue Liste von Büchern wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

1	**Modulbezeichnung** 65835	**Fourieranalysis und Distributionstheorie** Fourier analysis and distribution theory	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Markus Fröb Prof. Dr. Gandalf Lechner
5	**Inhalt**	• Fourierreihen für periodische Funktionen und Fouriertransformation auf dem Rn (Konvergenzarten, Summierbarkeit, Plancherelformel, Faltung, Approximation der Eins, Riemann-Lebesgue-Lemma) • Testfunktionenräume, insb. Schwartzraum und deren Topologie • Temperierte Distributionen und deren Fouriertransformation • Struktursätze für temperierte Distributionen, Kernsatz von Schwartz, Satz von Paley-Wiener • Anwendungen: Fundamentallösungen für partielle Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten, insb. Wärmeleitungsgleichung und Wellengleichung DiePräsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung derwesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden nennen und erklären die grundlegenden Prinzipien,Techniken und Aussagen der Fourieranalysis und Distributionstheorie und könnendiese auf konkrete Probleme anwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Analysis I, II, III, Lineare Algebra I, II, empfohlen: FunktionentheorieI
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Angewandte Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 Theoretische Mathematik Bachelor of Science Mathematik 20261 4./6. Semester Bachelor oder 2./4. Semester Master
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (20 Minuten) Übungsleistung: wöchentlicheHausaufgaben mündlichePrüfung (20 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	· L. Schwartz: Théorie des distributions. Hermann & Cie., Paris, 1966. . W. Rudin: Functional analysis. McGraw-Hill, New York, 1973. . W. Walter: Einführung in die Theorie der Distributionen. Bibliographisches Institut Wissenschaftsverlag, Mannheim, 1974. · E. Stein, R. Shakarchi: Fourier analysis: an introduction. Princeton Lectures in Analysis I. Princeton University Press, Princeton, NJ, 2003. · G. Friedlander, M. Joshi: Introduction to the theory of distributions, 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2008. . J. J. Duistermaat, J. A. C. Kolk: Distributions: theory and applications, Birkhäuser Boston, MA, 2010. L.

		Grafakos: Classical Fourier Analysis, Springer New York, NY, 2014.

Nebenfach Astronomie

1	**Modulbezeichnung** 66061	**Experimentalphysik 1 + 2: Mechanik, Wärmelehre und Elektrodynamik** Experimental physics 1 + 2: Mechanics, thermodynamics and electrodynamics	**15 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Experimentalphysik 1 für Physikstudierende: Mechanik (5 SWS) (WiSe 2026) Übung: Übungen zur Experimentalphysik 1 für Physikstudierende: Mechanik (2 SWS) (WiSe 2026) Vorlesung: Experimentalphysik 2 für Physikstudierende: Wärmelehre und Elektrodynamik (5 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übungen zur Experimentalphysik 2 für Physikstudierende: Wärme und Elektrodynamik (2 SWS) (SoSe 2026)	7,5 ECTS - 7,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Norbert Lindlein Prof. Dr. Janina Maultzsch	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Vojislav Krstic
5	**Inhalt**	**Mechanik** • Einführendes: Gebiete der Physik, Längen- und Geschwindigkeitsskalen, Abgrenzung klassische/ Quanten-/ relativistische Physik; Physikalische Größen; Messungen und Messfehler • Mechanik eines Massenpunktes: Bewegung auf Raumkurven, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Drehbewegungen, Längen- und Zeitmessung; Masse, Impuls, Impulserhaltung; Newtonsche Gesetze; Kraftfelder, Arbeit, Potential, Energie, Energiesatz, Leistung; Bewegungsgleichungen; Drehimpuls, Drehmoment • Bewegte Bezugssysteme und spezielle Relativitätstheorie: Klassisch: Inertialsysteme und Galilei-Transformation; Beschleunigte Bezugssysteme, Scheinkräfte (insb. Zentrifugal, Coriolis); Spezielle Relativitätstheorie: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und ihre Konsequenzen; Lorentz-Transformation; relativistische Phänomene (insbesondere Zeitdilatation, Längenkontraktion, Zwillingsparadoxon); Vierervektoren, Lorentz-Skalarprodukt, relativistische Energie-Impuls-Beziehung • Systeme von Massenpunkten und Stöße: Schwerpunkt, Schwerpunktbewegung, Erhaltungssätze; Stöße: Elastische/ inelastische Stöße, Streuprozesse, relativistische Stöße; Gravitation und Planetenbewegungen, Keplersche Gesetze • Dynamik starrer Körper: Darstellung von Volumen und Masse als Volumenintegrale; Rotationsenergie, Drehimpuls, Trägheitsmoment; Bewegung des starren Körpers (Kinematik, Gleichgewichtslage, Abrollen); Bewegungsgleichungen (Rotation um feste Achse, freier Kreisel: Nutation, Präzession, Stabilität von Drehachsen)

- Deformierbare feste und flüssige Materialien: Reibung zwischen festen Körpern; Elastische Deformationen (Hooke, Kontraktion, Scherung, Torsion, Biegung); Hydrostatik (Statischer Druck, Auftrieb); Flüssigkeitsgrenzflächen (Oberflächenspannung, Kapillarität); Strömungen (Reibungsfrei: Bernoulli; mit Reibung: Laminar (Hagen-Poiseuille), turbulent (Navier-Stokes); Aerodynamik, cw-Wert, aerodynamische Phänomene)
- Gase: Kompressibilität, barometrische Höhenformel; kinetische Gastheorie (Druck, Verbindung zu absoluter Temperatur, Stoßquerschnitt, freie Weglänge); Maxwell-Verteilung
- Schwingungen und Wellen: Schwingungen: Freier Oszillator, erzwungene Schwingungen, Resonanz, gekoppelte Schwingungen, Überlagerung von Schwingungen; Wellen: Beschreibung, Wellengleichung, Wellenphänomene (Reflexion, Brechung, Beugung, Überlagerung), stehende Wellen, bewegte Sender und Empfänger

Wärmelehre

- Temperatur und Wärmemenge: Wärmephänomene, Temperaturmessung; absolute Temperaturskala; innere Energie und spezifische Wärme; Schmelz- und Verdampfungswärme
- Wärmetransport: Konvektion, Wärmeleitung, Strahlung
- Hauptsätze der Thermodynamik: Zustandsgrößen; Zustandsänderungen und der erste Hauptsatz; Kreisprozesse, zweiter Hauptsatz; Entropie, reversible und irreversible Prozesse, dritter Hauptsatz
- Thermodynamik realer Flüssigkeiten und Gase: Van-der-Waals-Zustandsgleichung; Aggregatzustände und -umwandlungen, Phasendiagramme, kritischer und Tripelpunkt

Elektrodynamik:

- Elektrostatik: Elektrische Ladung; Coulomb-Gesetz; elektrostatisches Feld (Feldstärke, Fluss, 1. Maxwell, Potenzial, Spannung, Multipolentwicklung); Materie in elektrischen Feldern: Leiter, Influenz und Flächenladungen, Kondensatoren, Dielektrika; Energie des E-Feldes
- Elektrischer Strom: Ladungstransport und elektrischer Widerstand (Strom, Stromdichte, Ohm, Kirchhoffsche Regeln, Auf-/Entladen von Kondensatoren); Leitungsmechanismen, T-Abhängigkeit von Widerständen (Metalle, Halbleiter, dotierte Halbleiter, Diode, Transistor, Isolatoren, Phänomen der Supraleitung); Stromerzeugung und Strommessung (Galvanisches Element, Spannungsreihe, Brennstoffzelle, Akku, Thermoelement, Peltier-Effekt, Innenwiderstand)
- Statische Magnetfelder: Magnetische Wirkungen; Magnetfelder stationärer Ströme (gerader Leiter, Spule); Ampèresches Gesetz; magnetischer Fluss, 2. Maxwell; Vektorpotenzial; Magnetfelder beliebiger Stromverteilungen,

		Biot-Savart, Ringstrom, Helmholtz-Spulen; Kräfte auf bewegte Ladungen im Magnetfeld (Lorentz-Kraft, Fadenstrahlrohr, e/m, Hall-Effekt, Definition des Ampère); Relativität von E- und B-Feldern • Materie in Magnetfeldern: Magnetische Dipole (auch atomar); Magnetisierung und magnetische Suszeptibilität, Para-, Dia- und Ferromagnetismus (Hysterese, Curie-Temperatur), Antiferro- und Ferrimagnete; Feldgleichungen in Materie, Felder an Grenzflächen, Elektromagnet • Zeitlich veränderliche Felder: Faradaysches Induktionsgesetz; 3. Maxwell; Induktionsphänomene, Selbstinduktion; Energie des magnetischen Feldes; Verschiebungsstrom, 4. Maxwell; Wechselspannung und Wechselstrom (Wechselstromkreise, Generator, Elektromotor, Transformator) • Elektromagnetische Schwingungen und Wellen: Schwingkreise; Hertzscher Dipol (offene Schwingkreise, Dipol-Strahlungsfeld, elektromagnetische Strahlungsquellen); Elektromagnetische Wellen im Vakuum (Wellengleichung, elektromagnetisches Frequenzspektrum); Polarisation; Energie- und Impulstransport, Poynting-Vektor; elektromagnetische Wellen in Resonatoren und Hohlleitern; elektromagnetische Wellen in Materie
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erläutern und erklären die experimentellen Grundlagen und die quantitativ-mathematische Beschreibung mechanischer Vorgänge, der Wärmelehre und elektromagnetischen Phänomene gemäß den detaillierten Themen im Inhaltsverzeichnis • wenden die physikalischen Gesetze und jeweiligen mathematischen Methoden auf konkrete Problemstellungen an
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Astronomie Bachelor of Science Mathematik 20261 Nebenfach Physik (experimentell) Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten) Pro Semester des zweisemestrigen Zyklus sind 120 Semesterwochenstunden (SWS) Präsenzzeit und 105 Stunden Eigenstudium veranschlagt. Die Präsenzzeit beinhaltet Vorlesung, Tutorien und unbenotete Praktikumsleistung.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)

		Die Note für das Modul wird grundsätzlich durch die Klausur am Ende des zweisemestrigen Zyklus bestimmt. Die Klausur dauert 120 min. Am Ende des ersten Semesters wird eine freiwillige Zwischenklausur angeboten. Wird in dieser Zwischenklausur eine Note von 4,0 oder besser erreicht, wird ein Bonus von 0,3 bzw. 0,4 auf die Gesamtnote des Moduls gewährt. Bei einer Note von 2,0 oder besser in der Zwischenklausur wird ein Bonus von 0,6 bzw. 0,7 Notenpunkten für die Gesamtnote des Moduls gewährt.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 240 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	**Allgemeine Lehrbuchreihe zur Experimentalphysik:** • Wolfgang Demtröder, Experimentalphysik 1: Mechanik und Wärme, Springer (2015) • Wolfgang Demtröder, Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik, Springer (2017) **Speziell für Lehramtsstudierende mit didaktischen Hinweisen zur Schulphysik:** • Rainer Müller, Physik für Lehramtsstudierende: Mechanik, de Gruyter Studium (2020) • Roger Erb, Physik für Lehramtsstudierende: Elektrizität und Magnetismus, de Gruyter Studium (2021) • Jan-Peter Meyn, Physik für Lehramtsstudierende: Wärme und Energie, de Gruyter Studium (2020)

1	**Modulbezeichnung** 66082	**Astronomie** Astronomy	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Astronomisches Praktikum (Bachelor Physik) (8 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Astronomisches Praktikum (Bachelor Physik) (8 SWS) (WiSe 2026) Übung: Übung zur Einführung in die Astronomie 1 (1 SWS) (WiSe 2026) Vorlesung: Einführung in die Astronomie 1 (2 SWS) (WiSe 2026) Vorlesung: Einführung in die Astronomie 2 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zur Einführung in die Astronomie 2 (1 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Astronomisches Praktikum (LAG) (8 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Astronomisches Praktikum (LAG) (8 SWS) (WiSe 2026) Praktikum: Astronomisches Praktikum (Nicht-Physiker) (8 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Astronomisches Praktikum (Nicht-Physiker) (8 SWS) (WiSe 2026)	- - - - - - - - - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Manami Sasaki Prof. Dr. Jörn Wilms	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jörn Wilms
5	**Inhalt**	Das Modul gibt eine Beschreibung der wesentlichen Bestandteile des Universums und der naturwissenschaftlichen Methoden, die es uns erlauben, ihre Entfernungen, Größenskalen, Massen und physikalische Natur zu verstehen. Im Einzelnen werden behandelt: • Geschichtlicher Hintergrund der Astronomie • Sonnensystem: Planetenbewegung und Keplersche Gesetze, Eigenschaften der Planeten und der kleinen Objekte im Sonnensystem (Auswahl aus: innerer Aufbau der Planeten, planetare Oberflächen, Atmosphären, Ringe), extrasolare Planeten. • Sterne: Entfernungen, Temperaturen, Spektren, Massen, Hertzsprung-Russell-Diagramm, innerer Aufbau, Entstehung und Entwicklung, Endstadien der Sternentwicklung, Doppelsterne. • Milchstraße und andere Galaxien: Aufbau und Entwicklung, Klassifikation, kosmischer Materiekreislauf, Galaxienhaufen, ausgewählte Methoden der Entfernungsbestimmung.

		• Das Universum: Entstehung, Hubblesches Gesetz, 3K Hintergrundstrahlung, Entwicklung des Universums. • Astronomische Messmethoden: Aufbau und Benutzung astronomischer Teleskope, Spektroskopie, Detektoren
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • berichten über die wichtigsten Bestandteile des Universums und ihrer Entwicklung. • erläutern Methoden zur Messung der Entfernungen von Sternen und Galaxien und wenden diese auf Messungen an. • bestimmen aus Messdaten Massen und Temperaturen astronomischer Objekte. • führen einfache astronomische Messungen selbst durch und werten die Ergebnisse aus. • beschreiben die in der Astronomie notwendige Extrapolation von Ergebnissen von Labormessungen auf astronomische Skalen. • bedienen typische astronomische Instrumente.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Astronomie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Leistungsschein Die Klausur über 2 Semester dauert 120 Minuten. Eine Bescheinigung (Leistungsschein) über die erfolgreiche Teilnahme am Praktikum kann auf Anfrage erteilt werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Leistungsschein (bestanden/nicht bestanden) Im Wintersemester wird eine 90 minütige Klausur als freiwillige Zwischenprüfung angeboten. Klausurnoten 3.0-2.3 ergeben einen Bonus von 0.3 oder 0.4, Klausurnoten 2.0-1.0 ergeben einen Bonus von 0.7 für die Gesamtnote des Moduls.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 165 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• H. Karttunen, P. Kroger, H. Oja, |Fundamental Astronomy|, Springer, 2003 • M. Kutner, |Astronomy: A Physical Perspective|, Cambridge Univ. Press, 2003

1	**Modulbezeichnung** 67194	**Binary stars and extrasolar planets**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Ulrich Heber Dr. Ingo Kreykenbohm Prof. Dr. Manami Sasaki Prof. Dr. Jörn Wilms
5	**Inhalt**	Lecture on • Overview: Types of binary stars • Telescopes and Instrumentation • Light curves of close binaries: classical and non-classical effects • Radial velocity diagnostics, Travel time variations, Gravitational microlensing • Evolution of close binary stars and merger of close binary stars • Supernovae, Gamma-ray bursts and Gravitational waves • Overview: Exoplanets, Observed properties of exoplanetary systems • Formation, Evolution and stability of Planetary Systems Seminar at the end of the course with advanced topics based on the lecture.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Understand the components and the relevant physical processes. Obtain a deeper knowledge on processes and sources in the seminar.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Passing the course "*Introduction in Astronomy 1+2*" or equivalent.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Astronomie Bachelor of Science Mathematik 20261 May be applied to specialisation 'Astrophysics and astroparticle physics' in the physics master program.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Presentation (45 min) + Discussion Please note that this is a physics elective course and not a seminar, despite the examination being a presentation.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig Offered in winter or summer semester, not regularly.

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Hilditch: An Introduction to Close Binary Stars,Cambridge University Press • Handbook of Exoplanets (ebook) https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-3-319-55333-7

1	**Modulbezeichnung** 67174	**Extreme Astrophysics** Extreme astrophysics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Manami Sasaki
5	**Inhalt**	• End phases of stellar evolution • White dwarfs • Neutron stars • Black holes • Supernovae • Supernova remnants • Gamma-ray bursts • Gravitational wave sources
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Understand the physical processes in the astrophysical objects and the physics of their emission.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Passing the course "Introduction in Astronomy 1+2" or equivalent.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Astronomie Bachelor of Science Mathematik 20261 May be applied to specialisation 'Astrophysics and astroparticle physics' in the physics master's program.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Paper (10 pages)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig **E**very 2 to 3 years in summer semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• M. S. Longair, “High Energy Astrophysics”, Cambridge University Press, 2011 • Ph. Charles & F. Seward, “Exploring the X-ray Universe”, Cambridge University Press, 2010

1	**Modulbezeichnung** 67159	**Galaxien und Kosmologie** Galaxies and cosmology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jörn Wilms
5	**Inhalt**	Contents: **Galaxies** • Local Group • Spiral Galaxies • Elliptical Galaxies • Active Galactic Nuclei **Cosmology** • Classical Cosmology • The Early Universe • Properties of the Universe • Structure Formation
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Learning goals and competences: Students • explain the relevant topics of the lecture • apply the methods to specific examples
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Astronomie Bachelor of Science Mathematik 20261 May be applied to specialisation 'Astrophysics and astroparticle physics' in the physics master program.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Der Prüfungsmodus wird nach pädagogischem Ermessen in Abhängigkeit von der Zahl der TeilnehmerInnen festgesetzt und kann aus einer mündlichen Prüfung, einer Hausarbeit, oder aus einem Seminarvortrag bestehen. Der genaue Modus wird daher erst nach Kenntnis der Teilnehmerzahl in der zweiten Semesterwoche bekanntgegeben. The assessment method will be determined at the lecturer’s pedagogical discretion, depending on the number of participants, and may consist of an oral examination, a written assignment or a seminar presentation.

		The exact method will therefore only be announced in the second week of the semester, once the number of participants is known.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 66204	**Interpreting astronomical spectra**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. Seminars at the end of course 1 and course 2 take place in person. Practical part (observation) takes place in person.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Ingo Kreykenbohm Prof. Dr. Manami Sasaki
5	**Inhalt**	Spectra of gaseous nebulae (optically thin plasma): • Photoionisation and Recombination (Strømgren spheres) • Microscopic processes and statistical equilibrium • Thermal equilibrium • Diagnostics of gaseous nebulae • The role of central stars Stellar atmospheres and spectra (optically thick plasma): • Radiation transport • Model atmospheres • Spectral line broadening • Diagnostics of stellar spectra • Stellar winds and nebula dynamics Seminar at the end of the course with advanced topics based on the lecture.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Course 1 (winter semester): Understand the physical processes responsible for the emitted spectrum and the physics of the astrophysical sources. Obtain a deeper knowledge on processes and source in the seminar. Course 2 (summer semester): Lern how to carry out spectroscopy of astrophysical sources, the analysis of the obtained data, and the interpretation of the spectra of different types of nebulae, stars, and galaxies. Submit a written report on observation, analysis, and interpretation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Prerequisite for course 1: Passing the course "Introduction in Astronomy 1+2" or equivalent. Prerequisite for course 2: Passing course 1 and a pre-examination. If someone has obtained a grade better than 2 in course 1, they can be exempted from the pre-examination.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;5

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Astronomie Bachelor of Science Mathematik 20261 >May be applied to specialisation 'Astrophysics and astroparticle physics' in the physics master's program.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Presentation (45 min) + Discussion Please note that this is a physics elective course and not a seminar, despite the examination being a presentation
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig Every 2 to 3 years in winter semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 67170	**Introduction to X-ray astronomy**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jörn Wilms
5	**Inhalt**	• History of x-ray Astronomy • Instrumentation: Sensors and Imaging Methods • X-ray Astronomy of the Solar System • X-rays from Stars • Supernova Remnants and the Interstellar Medium • Physics of Accretion • Low Magnetic Field Neutron Stars and X-ray Bursts • X-rays from High Magnetic field Neutron Stars • Accreting Stellar Mass Black Holes The seminar consists of lecture blocks combined with exercises on X-ray data analysis and interpretation and astronomical proposal writing. For this reason, not all lecture slots will be used.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students - explain the relevant topics of the lecture - apply the methods to specific examples
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Astronomie Bachelor of Science Mathematik 20261 May be applied to specialisation 'Astrophysics and astroparticle physics' in the physics Master's program.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Examination: 4p essay in the style of an observing proposal for an astronomical mission (XMM-Newton or NuSTAR).
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 67128	**Multiwavelength Astronomy** Multiwavelength astronomy	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Multiwavelength astronomy (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Ingo Kreykenbohm	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Ingo Kreykenbohm
5	**Inhalt**	*Contents:* • Radiation Processes • Radio Astronomy • Infrared Astronomy • Optical Astronomy • X-ray Astronomy • Gamma Astronomy • TeV Astronomy • Multiwavelength observations
6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Learning goals and competences:* Students • explain the relevant topics of the lecture • apply the methods to specific examples
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Astronomie Bachelor of Science Mathematik 20261 May be applied to specialisation 'Astrophysics and astroparticle physics' in the physics master program.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 538980	**Interstellar medium**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Interstellar Medium (4 SWS) Seminar at the end of the course takes place in person.	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Manami Sasaki	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Manami Sasaki
5	**Inhalt**	Lecture on • components of the interstellar medium • collisional processes • emission, absorption, radiative transfer • hydrodynamics and shock waves • thermal plasma • star formation Seminar at the end of the course with advanced topics based on the lecture.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Understand the components in the interstellar medium and the relevant physical processes. Obtain a deeper knowledge on processes and sources in the seminar.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Passing the course "Introduction in Astronomy 1+2" or equivalent.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Astronomie Bachelor of Science Mathematik 20261 May be applied to specialisation 'Astrophysics and astroparticle physics' in the physics master's program.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Please note that this is a physics elective course and not a seminar, despite the examination being a presentation.
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) Presentation (45 min) + Discussion Please note that this is a physics elective course and not a seminar, despite the examination being a presentation.
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig Every 2 years in winter or summer semester.
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

Nebenfach Betriebswirtschaftslehre

1	**Modulbezeichnung** 74810	**Betriebswirtschaftslehre I** Business administration I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Betriebswirtschaftslehre I (4 SWS) Übung: Übung 1 BWL I (1 SWS) Übung: Übung 2 BWL I (1 SWS) Übung: Übung 3 BWL I (1 SWS) Keine. Zusätzlich zur Vorlesung wird eine (freiwillige) Übung angeboten.	5 ECTS - - -
3	Lehrende	Sebastian Klare Prof. Dr. Matthias Fifka Lana Rauf	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Matthias Fifka
5	**Inhalt**	Dieser Kurs vermittelt eine Einführung in die Betriebswirtschaftslehre und ihre wichtigsten Teilgebiete. Ausgenommen hiervon sind das Rechnungswesen und Wirtschaftsrecht, die in eigenständigen Veranstaltungen thematisiert werden. Der erste Teil beginnt mit Unternehmen als Gegenstand der Betriebswirtschaftslehre und der Beziehung zu ihrer Umwelt, wobei Umweltentwicklungen, die maßgeblichen Einfluss auf unternehmerisches Handeln im 21. Jahrhundert haben, besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird. Im Anschluss daran wird die Betriebswirtschaftslehre als Wissenschaft thematisiert. Anschließend wird ein Überblick über verschiedene Unternehmensformen und ihre zentralen Charakteristika gegeben. Der nächste Teil befasst sich mit Zielsetzungen von Unternehmen als zentrale Handlungsgrundlage und -absicht für unternehmerisches Handeln. Der zweite Teil der Vorlesung setzt sich mit Märkten und Marketing auseinander. Nach einer kurzen Einführung in das Teilgebiet Marketing werden die Marktforschung und die verschiedenen Bereiche des Marketing näher betrachtet (z.B. Produktpolitik, Distributionspolitik, Konditionenpolitik etc.). Auch Herausforderungen und Schwierigkeiten eines ethischen Marketings werden besprochen. Das Beschaffungsmarketing wiederum wird im dritten Teil thematisiert, in dem es übergeordnet um die Materialwirtschaft als Grundlage des Produktionsprozesses geht. Es werden die für die Leistungserstellung notwendigen Ressourcen und ihre Beschaffung beleuchtet, wobei Planungsaufgaben eine besondere Rolle spielen. Der vierte Teil der Vorlesung hat die eigentliche Erstellung der betrieblichen Leistungen, nämlich die Produktion, zum Gegenstand. Hier kommt der Gestaltung von Produktionsprozessen sowie der Produktionsplanung und Steuerung besondere Aufmerksamkeit zu. Auch Kostenaspekte der Produktion werden betrachtet. Auch Kostenaspekte der Produktion werden betrachtet.

		Die Unternehmensfinanzierung schließlich ist Gegenstand des fünften Teils. Hier werden verschiedene Finanzierungsformen wie die Eigen- und Fremdfinanzierung behandelt sowie die Finanzplanung- und Kontrolle. Auch die Optimierung der Unternehmensfinanzierung wird besprochen. Im Einzelnen werden in dem Modul Betriebswirtschaftslehre I folgende Inhalte behandelt: • historische Entwicklung und Natur der BWL • Unternehmen und Umwelt • Marketing • Materialwirtschaft • Produktion • Finanzierung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Dieser Kurs vermittelt eine Einführung in die Betriebswirtschaftslehre und ihre wichtigsten Teilgebiete. Das im Kurs Betriebswirtschaftslehre I erarbeitete Wissen stellt die Voraussetzung für die Vorlesung Betriebswirtschaftslehre II und den Besuch weiterführender Veranstaltungen zur Betriebswirtschaftslehre dar.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine. Der Kurs erfordert keine Vorkenntnisse.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Alternative Betriebswirtschaftslehre Bachelor of Science Mathematik 20261 Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Bachelor of Science Mathematik 20261 B.A. Ökonomie, Lehramt Gymnasium, Lehramt Realschule, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Mathematik (Wahlfach Betriebswirtschaftslehre, Nebenfach Volkswirtschaftslehre), B.Sc. Physische Geographie (Nebenfach Ökonomie), B.A. Kulturgeographie (1-Fach) (Nebenfach Ökonomie), B.Sc. Psychologie (Nebenfach Ökonomie/ Wirtschaftswissenschaften), M.Sc. Psychologie (Nebenfach Ökonomie/Wirtschaftswissenschaften), Schlüsselqualifikationen
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Modulnote entspricht der Klausurnote.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 Minuten. Eigenstudium: 90 Minuten
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Literaturhinweise werden zu Beginn der Vorlesung gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 74830	**Betriebswirtschaftslehre II** Business administration II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung 1 BWL II (1 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung 2 BWL II (1 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung 3 BWL II (1 SWS) (SoSe 2026) Seminar: Abschlussarbeiten-Seminar Betriebswirtschaftslehre (1 SWS) (SoSe 2026) Seminar: Abschlussarbeiten-Seminar Betriebswirtschaftslehre (1 SWS) (WiSe 2026) Vorlesung: Betriebswirtschaftslehre II (4 SWS) (SoSe 2026) Keine.	- - - - - 5 ECTS
3	Lehrende	Lana Rauf Sebastian Klare Milena Störmer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Matthias Fifka
5	**Inhalt**	Das Modul gibt eine Einführung in verschiedene Funktionsbereiche der Betriebswirtschaftslehre und schließt sich inhaltlich an das Modul BWL I an. Im Modul BWL II stehen insbesondere die Funktionen Investition, Personal, Organisation und Management im Vordergrund. Was das Management betrifft, erfahren auch Themen wie Nachhaltigkeit und Unternehmensethik vertiefte Aufmerksamkeit. Im Einzelnen werden in dem Modul Betriebswirtschaftslehre II folgende Inhalte behandelt: • Investition/Unternehmensbewertung • Personal • Organisation • Management • Nachhaltigkeit • Unternehmensethik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach dem erfolgreichen Besuch der Veranstaltung kennen die Studierenden die wichtigsten Konzepte, Theorien und wesentlichen Zusammenhänge der modernen Betriebswirtschaftslehre in den Bereichen • Investition/Unternehmensbewertung • Personal • Organisation • Management. Auf der Basis theoretischer Grundlagen werden die Studierenden auch mit praktischen Anwendungsbezügen der vorgestellten betriebswirtschaftlichen Modelle vertraut gemacht, um eine Praxisorientierung herzustellen.

		Die Beherrschung des im Kurs vermittelten Wissens stellt die Voraussetzung für das vertiefte Studium sowie die Lösung von spezifischen Problemen im Rahmen der Betriebswirtschaftslehre dar.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine. Es wird jedoch empfohlen, zunächst das Modul BWL I zu belegen.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Bachelor of Science Mathematik 20261 B.A. Ökonomie, Lehramt Gymnasium, Lehramt Realschule, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Mathematik (Nebenfach Betriebswirtschaftslehre), B.Sc. Physische Geographie (Nebenfach Ökonomie), B.A. Kulturgeographie (1-Fach) (Nebenfach Ökonomie), B.Sc. Psychologie (Nebenfach Ökonomie/ Wirtschaftswissenschaften), M.Sc. Psychologie (Nebenfach Ökonomie/ Wirtschaftswissenschaften), Schlüsselqualifikationen
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Bestehen der Abschlussklausur von 90 Minuten.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Modulnote entspricht der Klausurnote.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 Minuten. Eigenstudium: 90 Minuten.
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Literaturhinweise werden zu Beginn der Vorlesung gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 74860	**Betriebliches Rechnungswesen I** Cost accounting I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Betriebliches Rechnungswesen I (2 SWS) Übung: Übung 1 BRW I (1 SWS) Übung: Übung 2 BRW I (1 SWS) Übung: Übung 3 BRW I (1 SWS) Es besteht keine Anwesenheitspflicht.	5 ECTS - - -
3	Lehrende	Dr. Ralf Pohl Tobias Mücke	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Ralf Pohl
5	**Inhalt**	Die Grundlagen der Buchführung sollen anwendungsorientiert vermittelt werden. Die Lösung konkreter Buchungsaufgaben steht im Vordergrund. 1. Einführung in die Industriebuchführung 2. Berechnungen und Buchungen in wichtigen Sachbereichen des Industriebetriebs 3. Jahresabschluss (Grundlagen)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die verschiedenen betrieblichen Geschäftsvorfälle in Form von Buchungssätzen abzubilden und das Verständnis, wie die verschiedenen Buchungen in den Jahresabschluss eines Unternehmens einfließen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Bachelor of Science Mathematik 20261 B.A. Ökonomie, Lehramt Gymnasium, Lehramt Realschule, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Mathematik (Wahlfach Betriebswirtschaftslehre), B.Sc. Physische Geographie (Nebenfach Ökonomie), B.A. Kulturgeographie (1-Fach) (Nebenfach Ökonomie)
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Modulnote entspricht der Klausurnote.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 Stunden Eigenstudium: 105 Stunden
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	Basisliteratur: Schmolke / Deitermann: Industrielles Rechnungswesen IKR, 53. Auflage, Braunschweig 2024

1	**Modulbezeichnung** 74880	**Betriebliches Rechnungswesen II** Cost accounting II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Betriebliches Rechnungswesen II (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung 1 BRW II (1 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung 2 BRW II (1 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung 3 BRW II (1 SWS) (SoSe 2026) Keine.	5 ECTS - - -
3	Lehrende	Dr. Ralf Pohl Tobias Mücke	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Ralf Pohl
5	**Inhalt**	Die Grundlagen des kaufmännischen Rechnens sowie der Kosten- und Leistungsrechnung (KLR) werden anwendungsorientiert vermittelt. Themengebiete: 1. Währungsrechnen 2. Verteilungsrechnen 3. Zinsrechnen 4. Kontokorrentrechnen 5. Wertpapierrechnen 6. Bezugsrechte 7. Grundlagen der KLR 8. Vollkostenrechnung 9. Kalkulation 10. Grundlagen der Teilkostenrechnung 11. Prozesskosten- und Zielkostenrechnung (Grundzüge)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die Erfolgssituation eines Unternehmens differenziert beurteilen zu können und wichtige betriebs-wirtschaftliche Entscheidungen aus Daten der KLR ableiten zu können. Ferner wird die Fähigkeit erworben, die Grundarten des kaufmännischen Rechnens sowie wichtige Berechnungen und Kalkulationsverfahren durchführen zu können.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Bachelor of Science Mathematik 20261 B.A. Ökonomie, Lehramt Gymnasium, Lehramt Realschule, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Mathematik (Wahlfach Betriebswirtschaftslehre)
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Klausurnote entspricht der Modulnote.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 Stunden Eigenstudium: 105 Stunden
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Basisliteratur: Lucas, W., Ehebrecht, H.P. und Meyer, R.: Kaufmännisches Rechnen und Kostenrechnung in der Industrie (überarbeitet in Skriptform)

Alternative Recht für Wirtschaftswissenschaftler

1	**Modulbezeichnung** 82101	**Grundlagen des öffentlichen Rechts und des Zivilrechts** Foundations of public and civil law	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Grundlagen des Öffentlichen Rechts und des Zivilrechts (Recht I) (0 SWS) Vorlesung: Grundlagen des öffentlichen Rechts und des Zivilrechts - Vorlesung (4 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Claudio Seis Prof. Dr. Jochen Hoffmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jochen Hoffmann Prof. Dr. David Hummel
5	**Inhalt**	• Allgemeines Zivil- und Handelsrecht • Grundzüge des Staats- und Verwaltungsrecht, • Grundzüge des Steuerrechts • Grundzüge des Europarechts
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • o kennen die Grundlagen des bürgerlichen Rechts und des Handelsrechts. o verstehen die spezifische Funktion dieser Rechtsgebiete und entwickeln ein dementsprechendes Problembewusstsein. o können Rechtsgrundlagen bestimmen und anwenden. o können Rechtsprechung unter Anwendung juristischer Methoden analysieren und beurteilen. o können Fakten, Daten, Definitionen und Rechtsprechung wiedergeben. o können Probleme in eigenen Worten wiedergeben und mittels Transfer ihres Wissens neue Probleme lösen. o können Fälle analysieren und systematisch lösen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Alternative Betriebswirtschaftslehre Bachelor of Science Mathematik 20261 Alternative Recht für Wirtschaftswissenschaftler Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) elektronische Prüfung (60 Minuten) Zweigeteilte Prüfung (2 mal 60 Minuten). Der zivilrechtliche Teil besteht aus einer elektronischen Klausur mit 20 MC-Fragen.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (50%) elektronische Prüfung (50%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird in der Veranstaltung bekanntgegeben

Alternative Betriebswirtschaftslehre

1	**Modulbezeichnung** 74920	**Betriebswirtschaftslehre III (Bilanzierung)** Business administration III (accounting)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Betriebswirtschaftslehre III (Bilanzierung) (2 SWS) Übung: Übung 1 - BWL III (1 SWS) Übung: Übung 2 - BWL III (1 SWS) Keine.	5 ECTS - -
3	Lehrende	Dr. Ralf Pohl Tobias Mücke	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Ralf Pohl
5	**Inhalt**	Buchführung für Fortgeschrittene/ Bilanzierung nach HGB 1. Jahresabschluss: Übersicht, Bewertungsprinzipien 2. Jahresabschluss der OHG 3. Jahresabschluss der KG 4. Jahresabschluss der Kapitalgesellschaften • Übersicht • Bilanzierung des Vermögens • Bilanzierung des Kapitals • Gewinn- und Verlustrechnung • Besondere Bilanzposten und Haftungsverhältnisse • Anhang und Lagebericht 5. Bilanzanalyse
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden festigen und erweitern ihre Kenntnisse im Bereich Buchführung und Bilanzierung. Sie erwerben die Fähigkeiten, anhand des Jahresabschlusses die wirtschaftliche Lage von Unternehmen verschiedener Rechtsformen zu beurteilen sowie auf der Basis der einschlägigen Rechtsvorschriften die konkreten Schritte zur Bildung von Posten des Jahresabschlusses durchführen zu können.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es werden Kenntnisse des betrieblichen Rechnungswesens erwartet, wie sie z.B. im Modul „Betriebliches Rechnungswesen I“ vermittelt werden. Eine formale Zulassungsvoraussetzung besteht nicht.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Alternative Betriebswirtschaftslehre Bachelor of Science Mathematik 20261 B.A. Ökonomie (Vertiefungsmodul), Lehramt Gymnasium, Lehramt Realschule, B.Sc. Mathematik (Wahlfach Betriebswirtschaftslehre)
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Modulnote entspricht der Klausurnote.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 Stunden Eigenstudium: 105 Stunden
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Basisliteratur: Baetge, J. et al.: Bilanzen, 17. Aufl., Düsseldorf 2024 (dazu: Übungsbuch) Coenenberg, A.G. et al.: Jahresabschluss und Jahresabschlussanalyse, 27. Aufl., Stuttgart 2024 (dazu: Aufgaben und Lösungen) Schmolke/Deitermann: Industrielles Rechnungswesen IKR, 53. Aufl., Braunschweig 2024 (dazu: Lösungen)

1	**Modulbezeichnung** 75001	**Hauptseminar Betriebswirtschaftslehre** Advanced seminar: Business studies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. Für das Qualifikationsziel „Verteidigung des eigenen Standpunkts vor der Seminargruppe“ ist die regelmäßige Teilnahme am Seminar gemäß §17 ABMStPO/Phil notwendig.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Matthias Fifka
5	**Inhalt**	Die Inhalte des BWL-Hauptseminars orientieren sich an den Veranstaltungen BWL I und BWL II sowie den weiterführenden Vorlesungen zur Betriebswirtschaftslehre am Institut für Wirtschaftswissenschaft. Die Seminarsitzungen bestehen aus Vorträgen der Studierenden und anschließenden kritischen Diskussionen der vorgetragenen Inhalte in der Seminargruppe.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Wesentliches Qualifikationsziel des Hauptseminars ist die Fähigkeit, vertieft betriebswirtschaftliche Themenstellungen in einer wissenschaftlichen Arbeit von ca. 20 Seiten Umfang zu behandeln sowie die Ergebnisse im Seminar vorzustellen und in der Diskussion zu verteidigen. Daneben zielt das Seminar auch darauf, den Studierenden einen Einblick in spezielle Themenbereiche der Betriebswirtschaftslehre zu geben und weitergehendes Wissen zu vermitteln. Anhand des möglichen Einsatzes von Fallstudien soll ein hoher praktischer Bezug hergestellt werden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Modul Betriebswirtschaftslehre (verpflichtend für Studierende mit Studienbeginn ab dem WS 19/20; für die anderen Studierenden wird die Teilnahmevoraussetzung dringend empfohlen)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Alternative Betriebswirtschaftslehre Bachelor of Science Mathematik 20261 Lehramt Gymnasium, Vertiefung Wirtschaftswissenschaften (BA)
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Referat und Hausarbeit (60 Minuten) Bestandene Hausarbeit (ca. 20 Seiten) mit Vortrag (ca. 45 Minuten).
11	**Berechnung der Modulnote**	Referat und Hausarbeit (100%) Die Modulnote ergibt sich als einheitliche Note auf Hausarbeit mit Vortrag.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 Stunden. Eigenstudium: 120 Stunden.

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Die zu verwendende Literatur ist abhängig von den im Hauptseminar behandelten Themen.

Nebenfach Volkswirtschaftslehre

1	**Modulbezeichnung** 74820	**Einführung in die Volkswirtschaftslehre** Introduction to economics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in die Volkswirtschaftslehre (2 SWS) Übung: Übung 1 EVWL (1 SWS) Übung: Übung 2 EVWL (1 SWS) Übung: Übung 3 EVWL (1 SWS) Keine.	5 ECTS - - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Christine Binzel Xhezaira Guleksi	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Christine Binzel
5	**Inhalt**	• Angebot und Nachfrage: Wie Märkte funktionieren • Märkte, Effizienz und Wohlfahrt • Ökonomik des öffentlichen Sektors • Ineffizienz von Märkten (Öffentliche Güter, Externalitäten, Verhaltensökonomik) • Handel • Makroökonomische Daten
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Das Modul vermittelt Grundkenntnisse sowie spezifische wissenschaftliche Methoden und Techniken der Volkswirtschaftslehre
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Volkswirtschaftslehre Bachelor of Science Mathematik 20261 B.A. Ökonomie, Lehramt Gymnasium, Lehramt Realschule, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Mathematik (Nebenfach Volkswirtschaftslehre), B.Sc. Physische Geographie (Nebenfach Ökonomie), B.A. Kulturgeographie (1-Fach) (Nebenfach Ökonomie), B.Sc. Psychologie (Nebenfach Ökonomie/ Wirtschaftswissenschaften), M.Sc. Psychologie (Nebenfach Ökonomie/ Wirtschaftswissenschaften)
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Abschlussklausur (90 Minuten).
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Modulnote entspricht der Klausurnote.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 Minuten Eigenstudium: 105 Minuten
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Literaturhinweise werden zu Beginn der Vorlesung gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 74850	**Makroökonomie** Macroeconomics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Makroökonomie ERLANGEN (2 SWS) (SoSe 2026)	-
3	Lehrende	Fabian Böhme Magdalena Maria Schug	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Lisa Rogge
5	**Inhalt**	**I. Grundlagen** 1. Fragestellungen der Makroökonomik 2. Grundzüge der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen **II. Die lange Frist** 3. Entstehung, Verteilung und Verwendung des Bruttoinlandsprodukts 4. Geld und Inflation 5. Die offene Volkswirtschaft 6. Wirtschaftswachstum **III. Die kurze Frist** 7. Langfristiges Gleichgewicht versus kurzfristige Schwankungen 8. Gesamtwirtschaftliche Nachfrage 9. Zusammenwirken von gesamtwirtschaftlichem Angebot und Nachfrage **IV. Implikationen** 10. Von der makroökonomischen Theorie zur Politik **Hinweis:** Die Vorlesung Makroökonomie wird von der WiSo in Nürnberg importiert, das heißt Erlanger Studierende nehmen an der regulären Makroökonomie- Vorlesung der WiSo teil. Da die Vorlesung aufgezeichnet wird, besteht die Möglichkeit, die Aufzeichnung über StudOn im Anschluss einzusehen. Die Übungen finden in Erlangen statt. Studierende, die den Kurs über die Philosophische Fakultät in Erlangen belegen, verfügen über eigene Kommunikationskanäle durch einen separaten StudOn Kurs.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über Grundfragen, Begrifflichkeit und wirtschaftspolitische Relevanz der Makroökonomie. • verstehen und erklären gesamtwirtschaftliche Prozesse und Phänomene anhand der Arbeitsmaterialien. • können ein einfaches Modell des langfristigen makroökonomischen Gleichgewichts handhaben und darin die Ursachen von Konjunkturschwankungen und die Wirkungsweise von Geld- und Fiskalpolitik abbilden. • beherrschen ein Modell des langfristigen gleichgewichtigen Wirtschaftswachstums und können die wesentlichen Einflussfaktoren des Wachstums identifizieren.

		• können die vorgestellten Theorien kritisch reflektieren. • sind in der Lage, gesamtwirtschaftliche Entwicklungen einzuschätzen, wirtschaftspolitische Maßnahmen kritisch zu hinterfragen und Handlungsempfehlungen abzugeben.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine. Es wird aber empfohlen, zuerst die Veranstaltungen „Einführung in die Volkswirtschaftslehre“ zu besuchen.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Volkswirtschaftslehre Bachelor of Science Mathematik 20261 B.A. Ökonomie, Lehramt Gymnasium, Lehramt Realschule, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Mathematik (Nebenfach Volkswirtschaftslehre), B.Sc. Physische Geographie (Nebenfach Ökonomie), B.A. Kulturgeographie (1-Fach) (Nebenfach Ökonomie), B.Sc. Psychologie (Nebenfach Ökonomie/ Wirtschaftswissenschaften), B.A. Soziologie (1-Fach), M.Sc. Psychologie (Nebenfach Ökonomie/ Wirtschaftswissenschaften), M.A. Sinologie (Schwerpunkt Wirtschaftswissenschaften)
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) • Klausur (90 Minuten) • falls erforderlich: Wiederholungsklausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Klausur (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60h Eigenstudium: 90h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Die Vorlesung orientiert sich im Wesentlichen an folgendem Lehrbuch: • Mankiw, N. Gregory: Macroeconomics, 9th ed., New York 2016 (Worth Publishers); dt. Übersetzung: Makroökonomik, 7. Aufl., Stuttgart 2017 (Schäffer-Poeschel) • dazu gibt es auch ein Arbeitsbuch Makroökonomik von Klaus Dieter John, 2. Aufl., Stuttgart 2012 (Schäffer-Poeschel) Weitere bewährte Lehrbücher der Makroökonomik sind z.B.: • Blanchard, Olivier: Macroeconomics, 7th ed., Upper Saddle River 2017 (Prentice Hall)

		• Burda, Michael/Wyplosz, Charles: Makroökonomie: Eine europäische Perspektive, 4. Aufl., München 2018 (Vahlen) • Dornbusch, Rüdiger/Fischer, Stanley/Startz, Richard: Macroeconomics, 13th ed., Boston, Mass. u.a. 2017 (McGraw-Hill) • Felderer, Bernhard/Homburg, Stefan: Makroökonomik und neue Makroökonomik, 9. Aufl., Berlin u.a. 2005 (Springer)

1	**Modulbezeichnung** 74840	**Mikroökonomie** Microeconomics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mikroökonomie (2 SWS) Übung: Übung 1 Mikro (1 SWS) Übung: Übung 2 Mikro (1 SWS) Keine Anwesenheitspflicht. **Arbeitsaufwand** • Vorlesung: 30 Stunden • Übung: 15 Stunden • Literaturstudium: 65 Stunden • Übungsaufgaben: 30 Stunden • Vorbereitung Klausur: 10 Stunden	5 ECTS - -
3	Lehrende	Immanuel Feld Louisa Halter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Sarah Ferber
5	**Inhalt**	**Inhalt und Qualifikationsziel** Die Vorlesung vertieft den mikroökonomischen Stoff der Vorlesung Einführung in die Volkswirtschaftslehre und ergänzt ihn durch zusätzliche Aspekte wie spieltheoretische Erklärungsansätze von Kooperation und Konflikt, Entscheidung bei Unsicherheit, allgemeines Gleichgewicht und asymmetrische Informationen. Ziel der Vorlesung ist vor allem, das methodische Rüstzeug zu vermitteln, das zur Analyse mikroökonomischer Phänomene benötigt wird. Themen: 1) Individuelle Nachfrage und Marktnachfrage 2) Entscheidungen bei Unsicherheit 3) Produktion 4) Kosten der Produktion 5) Gewinnmaximierung und Wettbewerbsangebot 6) Monopol 7) Oligopol 8) Spieltheorie und Wettbewerbsstrategie 9) Märkte für Produktionsfaktoren 10) Märkte mit asymmetrischer Information 11) Allgemeines Gleichgewicht und ökonomische Effizienz
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Das Qualifikationsziel ist, dass Studierende ein Verständnis der Funktionsweise von Märkten, der mikroökonomischen Haushalts- und Produktionstheorie, verschiedener Wettbewerbstypen sowie der Grundlagen des allgemeinen Gleichgewichts erlangen. Zudem lernen Studierende das grundlegende Vokabular der Mikroökonomie (z.B. Indifferenzkurve, Pareto-Effizienz, asymmetrische Informationen). Die Veranstaltung bereitet die Studierenden durch dieses Grundwissen auf fortgeschrittene Veranstaltungen in ihrem Studium vor.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Voraussetzungen für die Teilnahme Die Kenntnisse des Moduls „Einführung in die Volkswirtschaftslehre“ werden vorausgesetzt.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Volkswirtschaftslehre Bachelor of Science Mathematik 20261 Verwendbarkeit des Moduls B.A. Ökonomie, Lehramt Gymnasium, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Mathematik (Nebenfach Volkswirtschaftslehre), B.Sc. Physische Geographie (Nebenfach Ökonomie), B.A. Kulturgeographie (1-Fach) (Nebenfach Ökonomie), B.Sc. Psychologie (Nebenfach Ökonomie/ Wirtschaftswissenschaften), M.Sc. Psychologie (Nebenfach Ökonomie/ Wirtschaftswissenschaften)
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten • 4-5 Computerbasierte Tests; das Bestehen der computerbasierten Tests (mindestens 50 % der insgesamt möglichen Punktzahl) ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Klausur. (nur für Studierende mit Studienbeginn bis Wintersemester 2018/19) • Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Leistungspunkte und Noten • 5 ECTS Punkte • Bewertet: ja (Drittelnoten) • Gewichtung der Prüfungsleistungen in der Benotung: Klausur 100 Prozent, Computerbasierte Tests 0 Prozent
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 74902	**Volkswirtschaftliches Seminar** Economics seminar	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Proseminar: VWL-Seminar: Empirische politische Ökonomie (2 SWS) Proseminar: VWL-Seminar: Europäische Union (2 SWS) Proseminar: VWL-Seminar: Wirtschaftsgeschichte (2 SWS) Für das Qualifikationsziel „Fähigkeit zur wissenschaftlichen Diskussion“ ist die regelmäßige Teilnahme am Seminar notwendig.	5 ECTS 5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Kerstin Perlik Dr. Ralf Pohl Immanuel Feld	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Ralf Pohl
5	**Inhalt**	Die Studierenden lernen, zu Fragestellungen der Volkswirtschaftslehre selbständig eine wissenschaftliche Hausarbeit zu erstellen. Die Inhalte der Hausarbeit werden in den Sitzungen des Seminars in einem Vortrag vorgestellt und in der Gruppe diskutiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Qualifikationsziel ist die Fähigkeit, zu wissenschaftlichen Thesen fundiert und mit wissenschaftlicher Argumentation Stellung zu nehmen. Dies wird durch die Diskussion der Vorträge im Seminar erreicht. Das Seminar zielt auch auf die Vertiefung und Erweiterung der Kenntnisse, die in den Vorlesungen Einführung in die VWL, Mikro- und Makroökonomik erworben wurden, sowie auf die Anwendung der dort erworbenen Kenntnisse auf konkrete wissenschaftliche Fragestellungen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Bestandene Module „ Mikroökonomie“ (nicht bei Lehramt Realschule) und „Makroökonomie“
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Volkswirtschaftslehre Bachelor of Science Mathematik 20261 B.A. Ökonomie, Lehramt Gymnasium, Lehramt Realschule, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Mathematik (Nebenfach Volkswirtschaftslehre)
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Bestandene Hausarbeit (ca. 12 Seiten) mit Vortrag (45-60 Minuten).
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%) Die Modulnote ergibt sich als einheitliche Note auf die Hausarbeit mit Vortrag.
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 Stunden. Eigenstudium: 120 Stunden.
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Die zu verwendende Literatur hängt vom jeweiligen Seminarthema ab.

1	**Modulbezeichnung** 74940	**Wirtschaftspolitik** Economic policy	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wirtschaftspolitik (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung 1 Wirtschaftspolitik (1 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung 2 Wirtschaftspolitik (1 SWS) (SoSe 2026) Keine.	5 ECTS - -
3	Lehrende	PD Dr. Hermann Gartner Louisa Halter	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Hermann Gartner
5	**Inhalt**	Inhalte des Teils Finanzwissenschaft sind: Grundlagen – Theorie öffentlicher Güter – Öffentliche Ausgaben – Staatliche Planungsinstrumente – Öffentliche Einnahmen – finanzpolitische Zielsetzungen. Inhalte des Teils Arbeitsmarkttheorie und -politik sind: Arbeitsmarkt im Überblick – Grundlegende Arbeitsmarkttheorien – Institutionelle Grundlagen – Ursachen der Arbeitslosigkeit – Arbeitsmarktpolitik.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Gegenstand der Veranstaltung ist die Vermittlung wichtiger Grundlagen aus den Bereichen Finanzwissenschaft sowie Arbeitsmarkttheorie und -politik.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine. Es werden gute Grundlagenkenntnisse der Volkswirtschaftslehre erwartet, wie sie z.B. in den Modulen „Einführung in die Volkswirtschaftslehre“, „Mikroökonomie“ und „Makroökonomie“ erworben werden.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Volkswirtschaftslehre Bachelor of Science Mathematik 20261 B.A. Ökonomie, Lehramt Gymnasium, Lehramt Realschule, B.Sc. Wirtschaftsmathematik (Vertiefungsmodul Wirtschaftswissenschaften), B.Sc. Mathematik (Wahlfach Volkswirtschaftslehre), B.Sc. Physische Geographie (Nebenfach Ökonomie), B.A. Kulturgeographie (1-Fach) (Nebenfach Ökonomie)
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Abschlussklausur von 60 Minuten
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Modulnote entspricht der Klausurnote.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 Stunden. Eigenstudium: 105 Stunden.
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Literaturhinweise werden zu Beginn der Veranstaltung gegeben.

Alternative Betriebswirtschaftslehre

1	**Modulbezeichnung** 74810	**Betriebswirtschaftslehre I** Business administration I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Betriebswirtschaftslehre I (4 SWS) Übung: Übung 1 BWL I (1 SWS) Übung: Übung 2 BWL I (1 SWS) Übung: Übung 3 BWL I (1 SWS) Keine. Zusätzlich zur Vorlesung wird eine (freiwillige) Übung angeboten.	5 ECTS - - -
3	Lehrende	Sebastian Klare Prof. Dr. Matthias Fifka Lana Rauf	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Matthias Fifka
5	**Inhalt**	Dieser Kurs vermittelt eine Einführung in die Betriebswirtschaftslehre und ihre wichtigsten Teilgebiete. Ausgenommen hiervon sind das Rechnungswesen und Wirtschaftsrecht, die in eigenständigen Veranstaltungen thematisiert werden. Der erste Teil beginnt mit Unternehmen als Gegenstand der Betriebswirtschaftslehre und der Beziehung zu ihrer Umwelt, wobei Umweltentwicklungen, die maßgeblichen Einfluss auf unternehmerisches Handeln im 21. Jahrhundert haben, besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird. Im Anschluss daran wird die Betriebswirtschaftslehre als Wissenschaft thematisiert. Anschließend wird ein Überblick über verschiedene Unternehmensformen und ihre zentralen Charakteristika gegeben. Der nächste Teil befasst sich mit Zielsetzungen von Unternehmen als zentrale Handlungsgrundlage und -absicht für unternehmerisches Handeln. Der zweite Teil der Vorlesung setzt sich mit Märkten und Marketing auseinander. Nach einer kurzen Einführung in das Teilgebiet Marketing werden die Marktforschung und die verschiedenen Bereiche des Marketing näher betrachtet (z.B. Produktpolitik, Distributionspolitik, Konditionenpolitik etc.). Auch Herausforderungen und Schwierigkeiten eines ethischen Marketings werden besprochen. Das Beschaffungsmarketing wiederum wird im dritten Teil thematisiert, in dem es übergeordnet um die Materialwirtschaft als Grundlage des Produktionsprozesses geht. Es werden die für die Leistungserstellung notwendigen Ressourcen und ihre Beschaffung beleuchtet, wobei Planungsaufgaben eine besondere Rolle spielen. Der vierte Teil der Vorlesung hat die eigentliche Erstellung der betrieblichen Leistungen, nämlich die Produktion, zum Gegenstand. Hier kommt der Gestaltung von Produktionsprozessen sowie der Produktionsplanung und Steuerung besondere Aufmerksamkeit zu. Auch Kostenaspekte der Produktion werden betrachtet. Auch Kostenaspekte der Produktion werden betrachtet.

		Die Unternehmensfinanzierung schließlich ist Gegenstand des fünften Teils. Hier werden verschiedene Finanzierungsformen wie die Eigen- und Fremdfinanzierung behandelt sowie die Finanzplanung- und Kontrolle. Auch die Optimierung der Unternehmensfinanzierung wird besprochen. Im Einzelnen werden in dem Modul Betriebswirtschaftslehre I folgende Inhalte behandelt: • historische Entwicklung und Natur der BWL • Unternehmen und Umwelt • Marketing • Materialwirtschaft • Produktion • Finanzierung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Dieser Kurs vermittelt eine Einführung in die Betriebswirtschaftslehre und ihre wichtigsten Teilgebiete. Das im Kurs Betriebswirtschaftslehre I erarbeitete Wissen stellt die Voraussetzung für die Vorlesung Betriebswirtschaftslehre II und den Besuch weiterführender Veranstaltungen zur Betriebswirtschaftslehre dar.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine. Der Kurs erfordert keine Vorkenntnisse.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Alternative Betriebswirtschaftslehre Bachelor of Science Mathematik 20261 Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Bachelor of Science Mathematik 20261 B.A. Ökonomie, Lehramt Gymnasium, Lehramt Realschule, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Mathematik (Wahlfach Betriebswirtschaftslehre, Nebenfach Volkswirtschaftslehre), B.Sc. Physische Geographie (Nebenfach Ökonomie), B.A. Kulturgeographie (1-Fach) (Nebenfach Ökonomie), B.Sc. Psychologie (Nebenfach Ökonomie/ Wirtschaftswissenschaften), M.Sc. Psychologie (Nebenfach Ökonomie/Wirtschaftswissenschaften), Schlüsselqualifikationen
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Modulnote entspricht der Klausurnote.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 Minuten. Eigenstudium: 90 Minuten
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Literaturhinweise werden zu Beginn der Vorlesung gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 82101	**Grundlagen des öffentlichen Rechts und des Zivilrechts** Foundations of public and civil law	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Grundlagen des Öffentlichen Rechts und des Zivilrechts (Recht I) (0 SWS) Vorlesung: Grundlagen des öffentlichen Rechts und des Zivilrechts - Vorlesung (4 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Claudio Seis Prof. Dr. Jochen Hoffmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jochen Hoffmann Prof. Dr. David Hummel
5	**Inhalt**	• Allgemeines Zivil- und Handelsrecht • Grundzüge des Staats- und Verwaltungsrecht, • Grundzüge des Steuerrechts • Grundzüge des Europarechts
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • o kennen die Grundlagen des bürgerlichen Rechts und des Handelsrechts. o verstehen die spezifische Funktion dieser Rechtsgebiete und entwickeln ein dementsprechendes Problembewusstsein. o können Rechtsgrundlagen bestimmen und anwenden. o können Rechtsprechung unter Anwendung juristischer Methoden analysieren und beurteilen. o können Fakten, Daten, Definitionen und Rechtsprechung wiedergeben. o können Probleme in eigenen Worten wiedergeben und mittels Transfer ihres Wissens neue Probleme lösen. o können Fälle analysieren und systematisch lösen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Alternative Betriebswirtschaftslehre Bachelor of Science Mathematik 20261 Alternative Recht für Wirtschaftswissenschaftler Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) elektronische Prüfung (60 Minuten) Zweigeteilte Prüfung (2 mal 60 Minuten). Der zivilrechtliche Teil besteht aus einer elektronischen Klausur mit 20 MC-Fragen.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (50%) elektronische Prüfung (50%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird in der Veranstaltung bekanntgegeben

Nebenfach Informatik

1	**Modulbezeichnung** 93104	**Grundlagen der Programmierung** Foundations of programming	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Grundlagen der Programmierung (2 SWS) Übung: Übungen zu Grundlagen der Programmierung - 02 (2 SWS) Übung: Übungen zu Grundlagen der Programmierung - 03 (2 SWS) Übung: Übungen zu Grundlagen der Programmierung - 04 (2 SWS) Übung: Übungen zu Grundlagen der Programmierung - 05 (2 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Programmierung (2 SWS)	- - - - - 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Vanessa Klein Mathias Harrer Prof. Dr. Tim Weyrich	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Vanessa Klein Prof. Dr. Tim Weyrich
5	**Inhalt**	• Grundlegende Begriffe: Problem, Algorithmus, Programm, Syntax, Semantik, von Neumann Architektur • Imperative Programmkonstrukte: Variablen, Zahlen, Strings, Arrays, Kontrollstrukturen, Funktionen • Objektorientierte Programmierung: Klassen, Methoden, Objekte, Vererbung, Polymorphie, Interfaces, Module • Robustes Programmieren: Fehlercodes, Exceptions, Assertions, Testen, Grundlagen JUnit, Debugging • Datenstrukturen: Abstrakte Datentypen (ADT), Stack, Queue, Liste, Verkettete Listen, Dynamische Arrays, Mengen, HashMaps, Binäre Suchbäume, Parametrisierte Typen, Java Collections API • Grundlagen Laufzeit- und Speicherplatzanalyse: einfache Abschätzungen • Rekursion, Backtracking, Memoization
6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Wissen:* Die Studierenden ... • erlernen die Grundlagen und das Vokabular der Programmierung anhand der Programmiersprache Java *Verstehen:* Die Studierenden ... • können algorithmische Beschreibungen in natürlicher Sprache verstehen • können einfache Algorithmen im Code verstehen und analysieren • verstehen die grundlegende Behälterdatentypen und deren Eigenschaften (insbesondere Laufzeit- und Speicherplatzbedarf ihrer Operationen) *Anwenden:* Die Studierenden ...

		• implementieren einfache Algorithmen in Java unter Verwendung verschiedener Kontrollstrukturen • strukturieren Java-Code in Paketen, Klassen und Methoden und entwickeln wiederverwendbare Funktionen • können einfache Laufzeit- und Speicherplatzanalysen erstellen • benutzen verschiedene Möglichkeiten zur Absicherung gegen Fehlersituationen und zur Fehlerrückmeldung (Rückgabewert, Ausnahmebehandlung) • wenden geeignete Testverfahren an • kennen die Konzepte der objektorientieren Programmierung und können diese einsetzen • setzen Verfahren und Werkzeuge zur systematischen Lokalisierung und Behebung von Programmfehlern an (Debugging) und verbessern ihre Lösungen auf diese Weise iterativ • verwenden generische Behälterdatentypen sachgerecht in eigenen Programmen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Informatik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Begleitende Literatur: Christian Ullenboom, *Java ist auch eine Insel, Einführung, Ausbildung, Praxis*. 18. Auflage, 2025, Rheinwerk Computing, ISBN: 978-3-367-11134-3 Heinrich Müller und Frank Weichert, *Vorkurs Informatik, Der Einstieg ins Informatikstudium*, 6. Auflage, 2023, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ISBN: 978-3-658-36467-0 Robert C. Martin, *Clean Code,Refactoring, Patterns, Testen und Techniken für sauberen Code*, 2. Auflage, 2026, mitp-Verlag, ISBN: 978-3-7475-1132-9

1	**Modulbezeichnung** 93106	**Einführung in die Algorithmik** Introduction to algorithms	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in die Algorithmik - Vorlesung (4 SWS) (SoSe 2026) Übung: Einführung in die Algorithmik - Übung (2 SWS) (SoSe 2026)	- -
3	Lehrende	PD Dr.-Ing. Christian Riess Julian Thomas	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr.-Ing. Christian Riess
5	**Inhalt**	Die Vorlesung "Einfuhrung in die Algorithmik" gibt eine fundierte Einfuhrung in die Gebiete der Algorithmen und Datenstrukturen. Diese Einfuhrung umfasst grundlegende Designkonzepte von Algorithmen und deren formale Analyse. Folgende Themen werden behandelt: • Grundlagen • Design und Analyse von Algorithmen Korrektheit von Algorithmen • Wachstumsfunktionen • Rekurrenz • Probabilistische Algorithmen und deren Analyse • Grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen und deren formale Analyse • Datenstrukturen Sortierverfahren Graphalgorithmen • Ausgewahlte Themen • Algorithmen in der Zahlentheorie String matching • Matrix Operationen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erwerben eine grundlegende Einfuhrung in die Konzepte und Methoden aus dem Bereich der Algorithmen und Datenstrukturen. Die Teilnehmer kennen grundlegende Techniken und Prinzipien zum Design von Algorithmen und Datenstrukturen. Die Studierenden kennen grundlegende Algorithmen im Bereich der Sortierung, der Graphentheorie und der Zahlentheorie. Des Weiteren kennen die Studierenden die notwendigen Datenstrukturen und verstehen deren Vor- und Nachteile in Bezug auf deren Effizienz und Komplexitat. Die Studierenden konnen die unterschiedlichen Designparadigmen von Datenstrukturen und Algorithmen auf neue Probleme anwenden und deren Korrektheit formal analysieren. Aus der Analyse konnen die Studierenden Algorithmen bewerten und vergleichen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Erfolgreicher Besuch der Veranstaltung "Grundlagen der Programmierung" (GdP) oder anderweitig erworbene Kenntnisse in der Programmiersprache Java.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Informatik Bachelor of Science Mathematik 20261

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung Die Vorlesung wird durch Übungen begleitet. Die Aufgaben von fünf Übungsblättern werden bewertet, diese können in Zweiergruppen bearbeitet werden. Für die erforderliche unbenotete Prüfungsleistung sind insgesamt 50% der Punkte dieser Übungsblätter zu erreichen.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Die Modulnote wird durch die Abschlussklausur bestimmt.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Introduction to Algorithms, Thomas H. Cormen , Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein • Weitere Literatur wird ggfs. nach Bedarf in der Vorlesung bekannt gegeben.

Wahlbereich 1

1	**Modulbezeichnung** 93105	**Sichere Systeme** Secure Systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Sichere Systeme Übung 1 (2 SWS) Übung: Sichere Systeme Übung 10 (2 SWS) Übung: Sichere Systeme Übung 2 (2 SWS) Übung: Sichere Systeme Übung 3 (2 SWS) Übung: Sichere Systeme Übung 4 (2 SWS) Übung: Sichere Systeme Übung 5 (2 SWS) Übung: Sichere Systeme Übung 6 (2 SWS) Übung: Sichere Systeme Übung 7 (2 SWS) Übung: Sichere Systeme Übung 8 (2 SWS) Übung: Sichere Systeme Übung 9 (2 SWS) Vorlesung: Sichere Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Maximilian Eichhorn Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
5	**Inhalt**	Die Vorlesung gibt einen einführenden Überblick über Konzepte und Methoden der IT-Sicherheit. Themen (unter anderem): • Angreifer und Schutzziele • Cyberkriminalität und Strafbarkeit • Ethik und Privatsphäre • grundlegende Muster von Unsicherheit in technischen Systemen • grundlegende Sicherheitsmechanismen • Techniken der Sicherheitsanalyse • ausgewählte Beispiele aus dem Bereich der Kryptographie und Internetsicherheit (Web-Security) In der Übung werden die Themen der Veranstaltung beispielhaft eingeübt. Themen (unter anderem): • Kryptanalyse und Angreifbarkeit kryptographischer Protokolle • Schutzziele und Strafbarkeit • Zertifikate und Public-Key-Infrastrukturen • Web-Security • anonyme Kommunikation • formale Sicherheitsanalyse • Sicherheitstesten
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Teilnehmenden erwerben einen Überblick über Konzepte und Methoden aus dem Bereich der IT-Sicherheit und können diese im Kontext der Informatik und der Lebenswirklichkeit anhand von Beispielen einordnen und erläutern. Die Studierenden können die Schwächen in Internetprotokollen erkennen und benennen. Sie können außerdem erläutern, wie man diese Schwachstellen ausnutzt und welche technischen und organisatorischen Maßnahmen geeignet sind,

		diese Schwachstellen zu vermeiden. Die Studierenden lernen, die Wirksamkeit von IT-Sicherheitsmechanismen im gesellschaftlichen Kontext und in Kenntnis professioneller Strukturen der Cyberkriminalität aus technischen, ethischen und rechtlichen Perspektiven zu bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlbereich 1 Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Dieter Gollmann: Computer Security. 3. Auflage, Wiley, 2010. • Joachim Biskup: Security in Computing Systems. Springer, 2008. Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

1	**Modulbezeichnung** 93072	**Grundlagen der Logik in der Informatik** Foundations of logic in informatics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Intensivübung zu Grundlagen der Logik in der Informatik (2 SWS) Übung: Übungen zu Grundlagen der Logik in der Informatik (2 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Logik in der Informatik (2 SWS)	- - 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Thorsten Wißmann Carl Sörgel Leon Vatthauer Zisis Erkelentzis Hannes Schulze Florian Wolski Anika Mössner Prof. Dr. Lutz Schröder	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Lutz Schröder
5	**Inhalt**	Aussagenlogik: • Syntax und Semantik • Automatisches Schließen: Resolution • Formale Deduktion: Korrektheit, Vollständigkeit Prädikatenlogik erster Stufe: • Syntax und Semantik • Automatisches Schließen: Unifikation, Resolution • Quantorenelimination • Anwendung automatischer Beweiser • Formale Deduktion: Korrektheit, Vollständigkeit
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Erwerb fundierter Kenntnisse zu den Grundlagen und der praktischen Relevanz der Logik mit besonderer Berücksichtigung der Informatik; • Verstehen und Erklären des logischen Schließens; • Einübung in das logische und wissenschaftliche Argumentieren, Aufstellen von Behauptungen und Begründungen; • Kritische Reflexion von Logikkalkülen, insbesondere hinsichtlich Entscheidbarkeit, Komplexität, Korrektheit und Vollständigkeit; • Erstellung und Beurteilung von Problemspezi;kationen (Kohärenz, Widerspruchsfreiheit) und ihre Umsetzung in Logikprogramme; • Beherrschung der praktischen Aspekte der Logikprogrammierung. Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben Definitionen zur Syntax und Semantik der verwendeten Logiken wieder

		beschreiben grundlegende Deduktionsalgorithmen geben Regeln der verwendeten formalen Deduktionssysteme wieder Verstehen Die Studierenden erläutern das Verhältnis zwischen Syntax, Semantik und Beweistheorie der verwendeten Logiken erklären die Funktionsprinzipien grundlegender Deduktionsalgorithmen erläutern die Funktionsweise automatischer Beweiser erläutern grundlegende Resultate der Metatheorie der verwendeten Logiken und deren Bedeutung Anwenden Die Studierenden wenden Deduktionsalgorithmen auf konkrete Deduktionsprobleme an formalisieren Anwendungsprobleme in logischer Form und verwenden automatische Beweiser zur Erledigung entstehender Beweisziele führen einfache formale Beweise manuell Analysieren Die Studierenden führen einfache metatheoretische Beweise, inbesondere durch syntaktische Induktion Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden beherrschen das grundsätzliche Konzept des Beweises als hauptsächliche Methode des Erkenntnisgewinns in der theoretischen Informatik. Sie überblicken abstrakte Begriffsarchitekturen. Sozialkompetenz Die Studierenden lösen abstrakte Probleme in Gruppenarbeit.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlbereich 1 Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Es werden wöchentlich Übungsblätter ausgegeben. Die Lösungen können abgegeben werden und werden in diesem Fall bewertet. Auf Basis des Ergebnisses dieser Bewertungen können bis zu 15% Bonuspunkte erworben werden, die zu dem Ergebnis einer bestandenen Klausur hinzugerechnet werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	Schöning, U.: Logik für Informatiker. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2000 Barwise, J., and Etchemendy, J.: Language, Proof and Logic; CSLI, 2000. Huth, M., and Ryan, M.: Logic in Computer Science; Cambridge University Press, 2000.

1	**Modulbezeichnung** 93078	**Einführung in Datenbanken für Wirtschaftsinformatik** Introduction to databases in business information systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in Datenbanken (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG10: Mi 08 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG1: Fr 12 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG2: Fr 16 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG3: Do 18 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG4: Mo 16 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG5: Mi 18 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG6: Fr 14 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG7: Di 18 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG8: Mo 18 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG9: Di 14 (3 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz Felix Hanika Tobias Bittner Alexander Seifert Max Zernickel Joshua Orendt Alexander Meisinger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
5	**Inhalt**	Ziel des Moduls ist die Vermittlung von Kenntnissen zur systematischen und bedarfsorientierten Erstellung konzeptioneller Datenbankschemata sowie die relationale Datenbanksprache SQL. Darüber hinaus werden Grundkenntnisse zur Funktionsweise und zur Implementierung von Datenbankmanagementsystemen vermittelt, im Einzelnen: • Grundbegriffe von Datenbanken • Entity-Relationship Modell und erweitertes E/R-Modell • Das Relationale Datenmodell • Systematische Abbildung von ER-Diagrammen auf Relationale Datenbankschemata

		• Normalisierung • Relationale Algebra • SQL • Multidimensionale Modellierung und Data Warehousing • Schichtenmodell zur Implementierung von Datenbanksystemen • Transaktionen • Andere Datenmodelle, No-SQL Systeme • Ontologien, Semantic Web, RDF, SPARQL
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • Können die zentralen Begriffe aus der Datenbankfachliteratur definieren • Erstellen ER-Diagramme und erweiterte ER Diagramme • Können ER-Diagramme systematisch in geeignete relationale Datenbankschemata überführen • Definieren die Normalformen 1NF, 2NF, 3NF, BCNF und 4NF • Können ein nicht normalisiertes Relationenschema in 3NF überführen • Erstellen Anfragen auf der Basis der Relationalen Algebra • Erstellen Datenbankschemata mit Hilfe der SQL DDL • Erstellen Datenbankanfragen mit SQL • Erstellen multidimensionale ER-Diagramme und bilden diese auf Star- oder Snowflake-Schemata ab • Erklären die Funktionsweise von Datenbankpuffern • Erklären die ACID Eigenschaften von Transaktionen • Erklären die Funktionsweise des Zwei-Phasen-Freigabe-Protokolls • Erläutern die Funktionsweise des Zwei-Phasen-Sperr-Protokolls • Beschreiben und vergleichen verschiedene Datenmodelle
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 2 Bachelor of Science Mathematik 20261 Wahlbereich 1 Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	

Vertiefungsmodul 1

1	**Modulbezeichnung** 93010	**Berechenbarkeit und Formale Sprachen** Theory of computation and formal languages	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Berechenbarkeit und Formale Sprachen (4 SWS) Übung: Übungen zu Berechenbarkeit und Formale Sprachen (2 SWS)	5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Rolf Wanka Matthias Kergaßner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Rolf Wanka
5	**Inhalt**	• Registermaschinen und Turingmaschinen als Modelle des Berechenbaren, die Church-Turing-These und unentscheidbare Probleme • NP-Vollständigkeit und das P-NP-Problem • Endliche Automaten • Grammatiken und die Chomsky-Hierarchie • Kontextfreie Grammatiken und Kontextfreie Sprachen • Kellerautomaten
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über die Grenzen der Berechenbaren, insbesondere lernen sie, wie man beweist, dass bestimmte Aufgaben unlösbar sind bzw. dass sie vermutlich nicht schnell gelöst werden können, und wenden diese Kenntnisse an; • lernen die wesentlichen Techniken kennen, mit denen man Programmiersprachen beschreiben und syntaktisch korrekte Programme erkennen kann, und wenden diese auf Beispiele an; • erwerben fundierte Kenntnisse in den Beweis- und Analyse-Methoden der algorithmisch orientierten Theoretischen Informatik und wenden diese an.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 1 Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung Zum Erreichen der Übungsleistung müssen die wöchentlichen bepunkteten Übungsaufgaben bearbeitet und abgegeben werden. Zum Ende der Vorlesungszeit müssen mindestens 50% der Punkte erreicht sein.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• I. Wegener. Theoretische Informatik. • J. Hopcroft, J. Ullman. Introduction to Automata Theory, Languages and Computation. • U. Schöning. Theoretische Informatik - kurz gefasst.

1	**Modulbezeichnung** 93121	**Theorie der Programmierung** Theory of programming	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Theorie der Programmierung (4 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übungen zu Theorie der Programmierung (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Intensivübung zu Theorie der Programmierung (2 SWS) (SoSe 2026)	- - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Paul Wild Dr.-Ing. Thorsten Wißmann Zisis Erkelentzis Hannes Schulze Franz Schlicht	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Lutz Schröder
5	**Inhalt**	• Termersetzungssysteme, Normalisierung, Konfluenz • Getypter und ungetypter Lambda-Kalkül • Semantik von Programmiersprachen, Anfänge der Bereichstheorie • Datentypen, Kodatentypen, Induktion und Koinduktion, Rekursion und Korekursion • Programmverifikation, Floyd-Hoare-Kalkül • Reguläre Sprachen und endliche Automaten • Beschriftete Transitionssysteme, Bisimulation und Temporallogik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben elementare Definitionen und Fakten zu den behandelten Formalismen wieder. Verstehen Die Studierenden • erläutern Grundbegriffe der Syntax und Semantik von Formalismen und setzen diese zueinander in Bezug • beschreiben und erklären grundlegende Algorithmen zu logischem Schließen und Normalisierung • beschreiben wichtige Konstruktionen von Modellen, Automaten und Sprachen Anwenden Die Studierenden • verfassen formale Spezifikationen sequentieller und nebenläufiger Programme • verifizieren einfache Programme gegenüber ihrer Spezifikation durch Anwendung der relevanten Kalküle • ◦ führen einfache Beweise über Programme mittels Induktion und Koinduktion Analysieren Die Studierenden wählen für

		gegebene Verifikationsprobleme geeignete Formalismen aus erstellen einfache Meta-Analysen formaler Systeme, etwa Konfluenzprüfung von Termersetzungssystemen - führen einfache Meta-Beweise über Formalismen mittels Induktion und Koinduktion Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden beherrschen das grundsätzliche Konzept des Beweises als hauptsächliche Methode des Erkenntnisgewinns in der theoretischen Informatik. Sie überblicken abstrakte Begriffsarchitekturen. Sozialkompetenz Die Studierenden lösen abstrakte Probleme in kollaborativer Gruppenarbeit.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 1 Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Glynn Winskel, Formal Semantics of Programming Languages, MIT Press, 1993 • Michael Huth, Mark Ryan, Logic in Computer Science, Cambridge University Press, 2. Auflage 2004 • Henk Barendregt, The lambda-Calculus: Its Syntax and Semantics, North Holland, 1984 • John E. Hopcroft, Jeffrey D. Ullman and Rajeev Motwani, Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, 3rd ed., Prentice Hall, 2006 • Franz Baader, Tobias Nipkow, Term Rewriting and All That, Cambridge University Press, 1999

1	**Modulbezeichnung** 93000	**Algorithmik kontinuierlicher Systeme** Algorithms for continuous systems	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tafelübung zu Algorithmik kontinuierlicher Systeme (2 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Algorithmik kontinuierlicher Systeme (4 SWS) (SoSe 2026) Übung: Rechnerübung zu Algorithmik kontinuierlicher Systeme (0 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS 5 ECTS -
3	Lehrende	Frederik Hennig Prof. Dr. Harald Köstler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Harald Köstler
5	**Inhalt**	• Grundlagen kont. Datenstrukturen (Gleitpunktzahlen, Rundungsfehleranalyse und Kondition, Diskretisierung und Quantisierung, Abtasttheorem, FFT) • Algorithmische Lineare Algebra (direkte und iterative Verfahren für lin. Gleichungssysteme, Ausgleichsprobleme) • Datenstrukturen für geometrische Objekte, Interpolation, Approximation, Grundlagen geometrischer Modellierung, Volumen- und Flächenberechnung. • Kontinuierliche und diskrete Optimierung, nichtlineare Probleme. • Grundlagen der Simulation: Algorithmen zur Lösung von Differentialgleichungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über Datenstrukturen und Algorithmen zur Behandlung kontinuierlicher Probleme. Die erworbenen Kompetenzen sind sowohl theoretisch-analytischer Art (Analyse von Komplexität, Konvergenz, Fehlerentwicklung) als auch von praktischer Natur (Implementierung der Algorithmen in einer objekt-orientierten Programmiersprache). Die Studierenden planen und bearbeiten kleine Programmierprojekte so, dass sie zeitgerecht fertig gestellt werden. Sie erwerben damit insbesondere die Grundlagen, die für ein vertieftes Studium in den Bereichen Systemsimulation, Mustererkennung, Graphischer Datenverarbeitung unabdingbar sind. Fachkompetenz Wissen Die Studierenden • geben die Definition von Gleitpunktzahlen wieder • reproduzieren Formeln zur Berechnung von Flächen und Volumina Verstehen Die Studierenden • erklären die Kondition von Problemen • veranschaulichen Methoden der Freiformflächenmodellierung • erläutern das Abtasttheorem und die Fouriertransformation Anwenden Die Studierenden

		• implementieren Algorithmen zur Lösung von linearen Gleichungssystemen • lösen Interpolations- und Approximationsaufgaben • berechnen iterativ Lösungen von nichtlinearen Gleichungen Analysieren Die Studierenden • klassifizieren Optimierungsprobleme • erforschen lineare Ausgleichsprobleme Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden • ◦ lösen Aufgaben der Algorithmen kontinuierlicher Probleme in Gruppenarbeit
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 1 Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung in den Übungen müssen 5 Theorieaufgaben und 5 Programmieraufgaben bearbeitet werden. Es müssen jeweils 50% der möglichen Punkte erreicht werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93108	**Einführung in Datenbanken** Introduction to databases	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG10: Mi 08 (3 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS
		Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG1: Fr 12 (3 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS
		Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG2: Fr 16 (3 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS
		Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG3: Do 18 (3 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS
		Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG4: Mo 16 (3 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS
		Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG5: Mi 18 (3 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS
		Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG6: Fr 14 (3 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS
		Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG7: Di 18 (3 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS
		Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG8: Mo 18 (3 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS
		Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG9: Di 14 (3 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS
		Vorlesung: Einführung in Datenbanken (3 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS
3	Lehrende	Felix Hanika Tobias Bittner Alexander Seifert Max Zernickel Joshua Orendt Alexander Meisinger Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
5	**Inhalt**	Ziel des Moduls ist die Vermittlung von Kenntnissen zur systematischen und bedarfsorientierten Erstellung konzeptioneller Datenbankschemata sowie die relationale Datenbanksprache SQL. Darüber hinaus werden Grundkenntnisse zur Funktionsweise und zur Implementierung von Datenbankmanagementsystemen vermittelt, im Einzelnen: • Grundbegriffe von Datenbanken • Entity-Relationship Modell und erweitertes E/R-Modell • UML Klassendiagramme • Das Relationale Datenmodell • Systematische Abbildung von ER-Diagrammen auf Relationale Datenbankschemata • Normalisierung

		• Relationale Algebra • SQL • Multidimensionale Modellierung und Data Warehousing • Schichtenmodell zur Implementierung von Datenbanksystemen • Pufferverwaltung • Indexstrukturen (B-Bäume, B+-Bäume) • Anfrageverarbeitung • Transaktionen • Synchronisation • Recovery • Andere Datenmodelle, No-SQL Systeme • Ontologien, Semantic Web, RDF, SPARQL
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • Können die zentralen Begriffe aus der Datenbankfachliteratur definieren • Erstellen ER-Diagramme und erweiterte ER Diagramme • Können ER-Diagramme systematisch in geeignete relationale Datenbankschemata überführen • Definieren die Normalformen 1NF, 2NF, 3NF, BCNF und 4NF • Können ein nicht normalisiertes Relationenschema in 3NF überführen • Erstellen Anfragen auf der Basis der Relationalen Algebra • Erstellen Datenbankschemata mit Hilfe der SQL DDL • Erstellen Datenbankanfragen mit SQL • Erstellen multidimensionale ER-Diagramme und bilden diese auf Star- oder Snowflake-Schemata ab • Erklären die Funktionsweise von Datenbankpuffern • Erklären die Funktionsweise von Indexstrukturen • Erklären die Grundlagen der Anfrageoptimierung • Erläutern und bewerten die Funktionsweise verschiedener Join-Algorithmen • Erklären die ACID Eigenschaften von Transaktionen • Erklären die Funktionsweise des Zwei-Phasen-Freigabe-Protokolls • Erläutern die Funktionsweise des Zwei-Phasen-Sperr-Protokolls • Vergleichen die verschiedenen Klassen von Wiederherstellungs-Algorithmen • Erläutern die grundlegende Funktionsweise der Protokoll-basierten Wiederherstellung • Beschreiben und vergleichen verschiedene Datenmodelle
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 1 Bachelor of Science Mathematik 20261

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Vertiefungsmodul 2

1	**Modulbezeichnung** 93097	**Einführung in das Software Engineering** Introduction to software engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Introduction to Software Engineering (2 SWS) Übung: Introduction to Software Engineering Exercises - PG1 (2 SWS) Übung: Introduction to Software Engineering Exercises - PG2 (2 SWS) Übung: Introduction to Software Engineering Exercises - PG3 (2 SWS) Übung: Introduction to Software Engineering Exercises - PG4 (2 SWS) Übung: Introduction to Software Engineering Exercises - PG5 (2 SWS) Übung: Introduction to Software Engineering Exercises - PG6 (2 SWS)	5 ECTS - - - - - -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Sally Zeitler Siyuan Mei Prajol Shrestha	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	**Inhalt**	• Einführung in die einzelnen Phasen der Softwareentwicklung: Anforderungsanalyse, Spezifikation, Entwurf, Implementierung, Test, WartungProzessmodelle • Prozessmodelle • Agile Softwareentwicklung • Anforderungsanalyse und -verwaltung • Modellierung von Systemen (u.a. mit UML) • Software-Architekturen und Designmuster • Teststrategien • Umgang mit Software-Alterung • Projektmanagement • Software-Engineering im Bereich Machine Learning • Refactoring zur Unterstützung der Wartungsphase
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • Beschreiben Prozessmodelle und unterscheiden plangesteuerte (wie das Wasserfall- und V-Modell) und agile Prozessmodelle (wie XP, Scrum, RUP und Kanban) • Erläutern verschiedene Techniken der Anforderungsanalyse und –Ermittlung (wie Endliche Zustandsautomaten, Petri-Netze, Use Cases, User Stories) und wenden diese für plan-gesteuerte und agile Prozesse an • Stellen die Unterschiede zwischen agilem und plan-gesteuertem Requirements-Engineering dar

		• Verstehen und erläutern UML-Diagramme (wie Use Case-, Klassen-, Sequenz- und Kommunikationsdiagramme) und wenden diese auf praktische Beispiele der Objektorientierung an • Reproduzieren allgemeine Entwurfslösungen wiederkehrender Probleme des Software-Engineerings und wenden diese an • Wenden funktionale und strukturelle Testansätze an • Erklären Methoden zur Änderung und Weiterentwicklung von Software • Beschreiben Ansätze für das Projekt-Management von Softwareprojekten • Erläutern wie Methoden des Maschinellen Lernens für Software-Engineering eingesetzt werden können
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 2 Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Die schriftliche Prüfung enthält größtenteils Fragen im Multiple-Choice Auswahlverfahren.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Software Engineering, Ian Sommerville, 10. Auflage, 2016 • Software-Engineering Kompakt, Anja Metzner, 2020 • Handbook of Software Engineering, Sungdeok Cha, Richard N. Taylor, Kyochul Kang (Hrsg.), 2019

1	**Modulbezeichnung** 93170	**Systemnahe Programmierung in C** Machine-oriented programming in C	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Systemnahe Programmierung in C (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC - R01 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC - R02 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC - R03 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC - R04 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC - R05 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC - R06 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC - R07 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC - R08 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC - R09 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC - R10 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC - R11 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC - R12 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC - R13 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC - R14 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC - R15 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC - R16 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC - R00 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: SPiC Tafelübung (2 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Volkmar Sieh Maxim Ritter von Onciul Eva Dengler Arne Vogel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Volkmar Sieh
5	**Inhalt**	• Grundlegende Konzepte der systemnahen Programmierung • Einführung in die Programmiersprache C (Unterschiede zu Java, Modulkonzept, Zeiger und Zeigerarithmetik) • Softwareentwicklung auf der nackten Hardware" (ATmega-µC) (Abbildung Speicher <> Sprachkonstrukte, Unterbrechungen (| interrupts|) und Nebenläufigkeit) • Softwareentwicklung auf einem Betriebssystem" (Linux) (Betriebssystem als Ausführungsumgebung für Programme) • Abstraktionen und Dienste eines Betriebssystems (Dateisysteme, Programme und Prozesse, Signale, Threads, Koordinierung)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:

		• erläutern die grundlegenden Elemente der Programmiersprache C: Datentypen, Operatoren, Ausdrücke, Kontrollstrukturen, Funktionen, Variablen, Präprozessor. • bewerten C im Vergleich zu Java im Bezug auf Syntax, Idiomatik und Philosophie. • nennen wesentliche Unterschiede der Softwareentwicklung für eine Mikrocontrollerplattform versus einer Betriebssystemplattform. • beschreiben die Funktionsweise von Zeigern. • beschreiben die Realisierung von Strings und Stringoperationen in C • verwenden spezifische Sprachmerkmale von C für die hardwarenahe Softwareentwicklung und den nebenläufigen Registerzugriff. • entwickeln einfache Programme in C für eine Mikrocontroller-Plattform (AVR ATmega) sowohl mit als auch ohne Bibliotheksunterstützung. • entwickeln einfache Programme für eine Betriebssystemplatform (Linux) unter Verwendung von POSIX Systemaufrufen. • erläutern Techniken der Abstraktion, funktionalen Dekomposition und Modularisierung in C. • beschreiben den Weg vom C-Programm zum ausführbaren Binärcode. • reproduzieren die grundlegende Funktionsweise eines Prozessors mit und ohne Unterbrechungsbearbeitung. • erläutern Varianten der Ereignisbehandlung auf eingebetteten Systemen. • verwenden Unterbrechungen und Energiesparzustände bei der Implementierung einfacher Steuergeräte. • erläutern dabei auftretende Synchronisationsprobleme (lost update, lost wakeup) und setzen geeignete Gegenmaßnahmen um. • beschreiben Grundzüge der Speicherverwaltung auf einer Mikrocontrollerplattform und einer Betriebssystemplattform (Stackaufbau, Speicherklassen, Segmente, Heap). • erläutern die Funktionsweise eines Dateisystems. • verwenden die grundlegende Ein-/Ausgabeoperationen aus der C-Standardbibliothek. • unterscheiden die Konzepte Programm und Prozess und nennen Prozesszustände. • verwenden grundlegende Prozessoperationen (fork, exec, signal) aus der C-Standardbibliothek. • erklären die Unterschiede zwischen Prozessen und Fäden und beschreiben Strategien zur Fadenimplementierung auf einem Betriebssystem. • erläutern Koordnierungsprobleme auf Prozess-/Fadenebene und grundlegende Synchronisationsabstraktionen (Semaphore, Mutex).

		• verwenden die POSIX Fadenabstraktionen zur Implementierung mehrfädiger Programme.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlegende Kenntnisse der Programmierung (unabhängig von der Programmiersprache)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 2 Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Manfred Dausmann, Ulrich Bröckl, Dominic Schoop, et al. "C als erste Programmiersprache: Vom Einsteiger zum Fortgeschrittenen". Vieweg+Teubner, 2010. ISBN: 978-3834812216. Link • Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie. "The C Programming Language". Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall PTR, 1988. ISBN: 978-8120305960.

1	**Modulbezeichnung** 93181	**Grundlagen der Systemprogrammierung** Foundations of system programming	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Systemprogrammierung 1 - Tafelübung 01 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Systemprogrammierung 1 - Tafelübung 02 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Systemprogrammierung 1 - Tafelübung 03 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Systemprogrammierung 1 - Tafelübung 04 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Systemprogrammierung 1 - Tafelübung 05 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Systemprogrammierung 1 - Tafelübung 06 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Systemprogrammierung 1 - Tafelübung 07 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Systemprogrammierung 1 - Tafelübung 08 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Systemprogrammierung 1 - Tafelübung 09 (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Systemprogrammierung 1 - Tafelübung 10 (2 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Systemprogrammierung 1 (2 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Ole Wiedemann Tobias Häberlein Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
5	**Inhalt**	• Grundlagen von Betriebssystemen (Adressräume, Speicher, Dateien, Prozesse, Koordinationsmittel; Betriebsarten, Einplanung, Einlastung, Virtualisierung, Nebenläufigkeit, Koordination/Synchronisation) • Abstraktionen/Funktionen UNIX-ähnlicher Betriebssysteme • Programmierung von Systemsoftware • C, Make, UNIX-Shell (Solaris, Linux, MacOS X)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben Kenntnisse über Grundlagen von Betriebssystemen • verstehen Zusammenhänge, die die Ausführungen von Programmen in vielschichtig organisierten Rechensystemen ermöglichen • erlernen die Programmiersprache C

		• entwickeln Systemprogramme auf Basis der Systemaufrufschnittstelle UNIX-ähnlicher Betriebssysteme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 2 Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Lehrbuch: Betriebssysteme Grundlagen, Entwurf, Implementierung, Wolfgang Schröder-Preikschat, 2008

1	**Modulbezeichnung** 93040	**Parallele und Funktionale Programmierung** Parallel and functional programming	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: PFP-Rechnerübung-R01 (2 SWS) Übung: PFP-Rechnerübung-R02 (2 SWS) Übung: PFP-Rechnerübung-R03 (2 SWS) Übung: PFP-Rechnerübung-R04 (2 SWS) Übung: PFP-Rechnerübung-R05 (2 SWS) Übung: PFP-Rechnerübung-R06 (2 SWS) Übung: PFP-Tafelübung-T01 (2 SWS) Übung: PFP-Tafelübung-T02 (2 SWS) Übung: PFP-Tafelübung-T03 (2 SWS) Übung: PFP-Tafelübung-T04 (2 SWS) Übung: PFP-Tafelübung-T05 (2 SWS) Übung: PFP-Tafelübung-T06 (2 SWS) Vorlesung: Parallele und Funktionale Programmierung (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Lukas Rotsching David Schwarzbeck Dr.-Ing. Norbert Oster Prof. Dr. Michael Philippsen	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Norbert Oster Prof. Dr. Michael Philippsen
5	**Inhalt**	• Grundlagen der funktionale Programmierung • Grundlagen der parallelen Programmierung • Datenstrukturen • Objektorientierung • Scala-Kenntnisse • Erweiterte JAVA-Kenntnisse • Aufwandsabschätzungen • Grundlegende Algorithmen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen die Grundlagen der funktionalen Programmierung anhand der Programmiersprache Scala • verstehen paralleles Programmieren mit Java • kennen fundamentale Datenstrukturen und Algorithmen • können funktionale und parallele Algorithmen entwickeln und analysieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 2 Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93080	**Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation** Foundations of computer architecture and computer organisation	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (PG 1) (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übungen zu Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (PG 2) (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übungen zu Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (PG 3) (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übungen zu Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (PG 4) (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übungen zu Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (PG 5) (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übungen zu Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (PG 7) (2 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (2 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Tobias Baumeister Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
5	**Inhalt**	Inhalt des Moduls sind die Grundlagen beim Aufbau eines Rechners. Dies beinhaltet die Grundkomponenten, wie das Leitwerk, das Rechenwerk, das Speicherwerk und das Ein-/Ausgabewerk. Ausgehend vom klassischen von Neumann-Rechner wird der Bogen bis zu den Architekturen moderner Rechner und Prozessoren geschlagen. Grundprinzipien der Ablaufsteuerung bei der Bearbeitung von Befehlen werden ebenso behandelt wie Aufbau und Funktionsweise eines Caches und die Architektur von Speichern im Allgemeinen. Das Konzept der Mikroprogrammierung wird erläutert. Ferner wird der Einstieg in die hardwarenahe Programmierung moderner CPUs mittels Assembler vorgestellt und erprobt. Aufbau und Funktionsweise peripherer Einheiten und Bussysteme werden ebenfalls behandelt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden kennen die Grundkomponenten eines Rechners, z. B. eines PCs, und können diese auch im Zusammenspiel als Gesamtsystem erklären, sowie die Eigenheiten verschiedener Architekturen diskutieren. Sie können die Funktionsweise von Grundkomponenten wie Leitwerk, Rechenwerk, Speicherwerk, Ein-/Ausgabewerk, Bussystemen, sowie peripherer Komponenten erläutern und in die Struktur eines Computerssystems einordnen. Sie kennen den Aufbau von Caches, bzw. von Speichern im Allgemeinen und verstehen die Funktionsweise der Ablaufsteuerung, insbesondere in Bezug auf die Abarbeitung von Befehlen. Weiterhin können die Studierenden Konzepte der Mikroprogrammierung unterscheiden, sowie hardwarenahe Programme in Assembler verstehen, modifizieren und

		erstellen. Die Studierenden kennen den Aufbau und die Funktionsweise der Architektur eines Rechners, z.B. eines PCs, und des darin enthaltenen Prozessors und verstehen auch die Gründe für deren Zustandekommen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 2 Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Hennessy/Patterson: Computer Architecture - A quantitative approach, 4.Auflage, 2006, MorganKaufmann. Patterson/Hennessy: Computer Organization & Design, 4.Auflage, 2008, MorganKaufmann. Stallings, Computer Organization & Architecture, 8.Auflage, 2009, Prentice Hall. Märtin, Rechnerarchitekturen, 2001, Fachbuchverlag Leipzig.

1	**Modulbezeichnung** 93078	**Einführung in Datenbanken für Wirtschaftsinformatik** Introduction to databases in business information systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in Datenbanken (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG10: Mi 08 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG1: Fr 12 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG2: Fr 16 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG3: Do 18 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG4: Mo 16 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG5: Mi 18 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG6: Fr 14 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG7: Di 18 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG8: Mo 18 (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG9: Di 14 (3 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz Felix Hanika Tobias Bittner Alexander Seifert Max Zernickel Joshua Orendt Alexander Meisinger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
5	**Inhalt**	Ziel des Moduls ist die Vermittlung von Kenntnissen zur systematischen und bedarfsorientierten Erstellung konzeptioneller Datenbankschemata sowie die relationale Datenbanksprache SQL. Darüber hinaus werden Grundkenntnisse zur Funktionsweise und zur Implementierung von Datenbankmanagementsystemen vermittelt, im Einzelnen: • Grundbegriffe von Datenbanken • Entity-Relationship Modell und erweitertes E/R-Modell • Das Relationale Datenmodell • Systematische Abbildung von ER-Diagrammen auf Relationale Datenbankschemata

		• Normalisierung • Relationale Algebra • SQL • Multidimensionale Modellierung und Data Warehousing • Schichtenmodell zur Implementierung von Datenbanksystemen • Transaktionen • Andere Datenmodelle, No-SQL Systeme • Ontologien, Semantic Web, RDF, SPARQL
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • Können die zentralen Begriffe aus der Datenbankfachliteratur definieren • Erstellen ER-Diagramme und erweiterte ER Diagramme • Können ER-Diagramme systematisch in geeignete relationale Datenbankschemata überführen • Definieren die Normalformen 1NF, 2NF, 3NF, BCNF und 4NF • Können ein nicht normalisiertes Relationenschema in 3NF überführen • Erstellen Anfragen auf der Basis der Relationalen Algebra • Erstellen Datenbankschemata mit Hilfe der SQL DDL • Erstellen Datenbankanfragen mit SQL • Erstellen multidimensionale ER-Diagramme und bilden diese auf Star- oder Snowflake-Schemata ab • Erklären die Funktionsweise von Datenbankpuffern • Erklären die ACID Eigenschaften von Transaktionen • Erklären die Funktionsweise des Zwei-Phasen-Freigabe-Protokolls • Erläutern die Funktionsweise des Zwei-Phasen-Sperr-Protokolls • Beschreiben und vergleichen verschiedene Datenmodelle
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 2 Bachelor of Science Mathematik 20261 Wahlbereich 1 Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	

Nebenfach Informations- und Kommunikationtechnik

1	**Modulbezeichnung** 93520	**Einführung in die IuK-Technik** Introduction to information and communication technology	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in die Informations- und Kommunikationstechnik (4 SWS) Übung: Übung zur Einführung in die Informations- und Kommunikationstechnik (2 SWS)	7,5 ECTS -
3	Lehrende	Sebastian Klob Prof. Dr.-Ing. Giovanni Del Galdo	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger
5	**Inhalt**	In der Lehrveranstaltung werden grundlegende Zusammenhänge moderner Informations- und Kommunikationssysteme behandelt. Ein Schwerpunkt sind elektrotechnische und systemtechnische Grundlagen für die Beschreibung eingebetteter Kommunikationssysteme. Hierzu zählen einerseits die Vermittlung elektrotechnischer Grundbegriffe, die Analyse von Gleich- und Wechselstromnetzwerken sowie der Einsatz und die Beschreibung von nichtlinearen Bauelementen in elektronischen Schaltungen. Andererseits werden wichtige Grundbegriffe der Systemtheorie eingeführt. Mittels Fourier-Analyse und Fourier-Transformation erfolgt der Übergang vom Zeit- in den Frequenzbereich. Außerdem erfolgt eine Einführung in die mathematische Modellbildung am Beispiel linearer, zeitinvarianter Systeme. Der zweite Teil der Vorlesung beschäftigt sich mit der Struktur moderner Kommunikationssysteme. Neben wichtigen Grundbegriffen wird auf Signalklassen sowie auf die Analog-Digital-Wandlung analoger Quellensignale näher eingegangen. Weiterhin erfolgt eine Einführung in Übertragungsmedien, der Modulation von Signalen sowie in die Kanal- und Quellencodierung. Abschließend werden die behandelten Inhalte der Lehrveranstaltung am Beispiel aktueller Kommunikationssysteme praktisch aufgegriffen und zusammengefasst. *Inhalt:* Einführung Elektrotechnische Grundlagen • Gleichstromkreis • Schaltvorgänge • Komplexe Wechselstromrechnung LTI-Systeme und Signaldarstellung im Frequenzbereich • Fourier-Analyse • Impulsantwort und Reaktion von LTI-Systemen • Übergang zur Fourier-Transformation Nichtlineare Bauelemente • Diode • Bipolartransistor • Operationsverstärker Grundlagen der Kommunikationstechnik • Allgemeiner Aufbau eines Kommunikationssystems • Signalklassen und Analog-Digital-Wandlung

		• Übertragungsmedien • Modulation • Kanalcodierung • Quellencodierung • Systembeispiele
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden: • wesentliche Grundbegriffe der Elektrotechnik erklären. • einfache Gleichstromnetzwerke analysieren. • zwischen stationären und dynamischen Netzwerken unterscheiden. • Netzwerke bei harmonischer Erregung durch Anwendung der komplexen Wechselstromrechnung analysieren. • nichtlineare Zweipole charakterisieren. • zwischen der Signaldarstellung im Zeit- und Frequenzbereich unterscheiden. • grundlegende Zusammenhänge von LTI-Systemen beschreiben. • die Grundstruktur von Kommunikationssystemen erläutern. • Übertragungsmedien gegenüberstellen und auswählen. • analoge und digitale Modulationsverfahren veranschaulichen. • einfache Kanal- und Quellencodierverfahren anwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Informations- und Kommunikationtechnik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skriptum zur Lehrveranstaltung • Steffen Paul, Reinhold Paul: Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik 1 Gleichstromnetzwerke und ihre Anwendungen • Martin Werner: Nachrichtentechnik Eine Einführung für alle Studiengänge

1	**Modulbezeichnung** 93570	**Praktikum Software für die Mathematik** Laboratory: Software for Mathematics	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Software für die Mathematik [ET] (3 SWS) Praktikum: Praktikum Software für die Mathematik [IuK] (3 SWS) Praktikum: Praktikum Software für die Mathematik [WING-ET, Mathe] (3 SWS) Ja	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. habil. Maximilian Schäfer Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	**Inhalt**	Einführung in den Umgang mit dem Mathematik-Paket MATLAB anhand von Beispielen aus der Schulmathematik und der linearen Algebra. 1) Einführung in Matlab 2) Graphische Ausgabe in Matlab 3) Eigenschaften von Matrizen 4) Polynome und Nullstellen 5) Symbolisches Rechnen mit Matlab
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Allgemeines Die Studierenden erlernen anhand ausgewählter, grundlegender Beispiele die Anwendung des "Software-Tools" Matlab zur Lösung mathematischer bzw. ingenieurwissenschaftlicher Problemstellungen. Grundlage des Praktikums ist die Beherrschung der Schulmathematik (gemäß Lehrplan für Gymnasien in Bayern) und der Inhalte der Mathematikvorlesungen des bisherigen Studienverlaufs (1. Fachsemester). Die Voraussetzungen umfassen insbesondere folgende Teilgebiete: Analysis (Kurvendiskussion von Funktionen einer Veränderlichen, Integration von Funktionen einer Veränderlichen), lineare Algebra (Gleichungssysteme, Gauß'sche Elimination, Eigenwerte), komplexe Zahlen (Polardarstellung und -koordinaten). Aufbauend auf den oben genannten mathematischen Grundlagen erlernen die Studierenden den Umgang mit dem Programmpaket MATLAB. Im Einzelnen: • Die Studierenden unterscheiden die verschiedenen Datentypen in MATLAB und erstellen Variablen für Vektoren bzw. Matrizen; sie wenden die grundlegenden Rechenoperationen auf diese Variablen an. • Die Studierenden erstellen eigene Skriptdateien und entwerfen eigene Funktionen; hierzu verwenden sie u.a. Schleifen, bedingte Anweisungen und Verzweigungen. • Sie geben mathematische Funktionen einer Variablen grafisch aus und wenden Interpolationswerkzeuge an. Sie nutzen die Möglichkeiten der dreidimensionalen Darstellung für

		Funktionen mehrerer Veränderlicher. Ebenso visualisieren sie komplexwertige Problemstellungen, wie sie in der Elektrotechnik üblich sind. • Die Studierenden lösen lineare Gleichungssysteme numerisch mit MATLAB und implementieren dazu eigene Funktionen; sie berechnen die Eigenwerte und Eigenvektoren von Matrizen; sie nutzen den Satz von Cayley-Hamilton für die effiziente Berechnung von Matrixpotenzen. • Die Studierenden werten Polynome mit MATLAB numerisch aus und implementieren dazu eigene Funktionen; sie nutzen MATLAB für die Berechnung von Produkten und Summen von Polynomen und differenzieren Polynome; sie erstellen eigene Funktionen für die numerische Nullstellensuche und approximieren Funktionen mit Polynomen; • Die Studierenden lösen symbolische Gleichungssysteme mit MATLAB und führen eine Kurvendiskussion mit MATLAB bzw. der zugehörigen "Symbolic MATH Toolbox" durch; sie bestimmen mit MATLAB die Oberfläche und das Volumen von Rotationskörpern. **Lern- bzw. Methodenkompetenz** Die Studierenden benutzen die Online-Hilfe von MATLAB zur Suche nach und zur Klärung der Verwendungsweise von MATLAB-Befehlen. Sie arbeiten sich mittels der bereitgestellten Unterlagen und einführender Literatur zu den mathematischen Themen selbstständig in die behandelte Thematik ein. **Selbstkompetenz** Die Studierenden erkennen die notwendigen reglementierten Abläufe des Praktikums und organisieren ihre Arbeit entsprechend (Pünktlichkeit, Anwesenheitspflicht, Vorbereitung, Dokumentation der Ergebnisse). Sie erkennen die Vorzüge einer gründlichen Vorbereitung und Vertiefung der Inhalte der Versuche. Die Studierenden erkennen bereits während der häuslichen Vorbereitungen der Versuche etwaige fachliche Lücken und schließen diese selbständig. **Sozialkompetenz** Die Studierenden fertigen die geforderte Versuchsvorbereitung an, geben diese als Paar vor der Versuchsbearbeitung ab und lösen gemeinsam als Paar die Praktikumsaufgaben im Rechnerraum. Sie tauschen sich über die gestellten mathematischen/ programmiertechnischen Probleme aus und präsentieren und erläutern die erarbeiteten Lösungen als Kleingruppe.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Schulmathematik, Ingenieurmathematik I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Informations- und Kommunikationtechnik Bachelor of Science Mathematik 20261

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung Hinweise zur Durchführung des Praktikums • Es sind 5 Versuche zu absolvieren. Diese sind in den Kursunterlagen beschrieben. • Jeder Versuch ist zu Hause schriftlich vorzubereiten, die Vorbereitung wird zu Beginn eines jeden Versuch überprüft und bewertet (ausreichend/nicht ausreichend). Die erstellten Unterlagen sind auf StudOn elektronisch zu archivieren. • Die Ergebnisse eines jeden Versuchsabschnitts sind während der Versuchsdurchführung auf den Versuchsrechnern vorzuhalten und werden zum Abschluss des Versuchs mündlich überprüft (ausreichend/nicht ausreichend). Eine schriftliche Dokumentation ist nicht erforderlich. Die erstellten Dateien (Matlab-Code) sind auf StudOn zu archivieren. • Zum Bestehen des Praktikums sind fünf ausreichende Versuchsvorbereitungen und fünf ausreichende Versuchsdurchführungen notwendig. • Ein fehlender Versuch kann innerhalb des Praktikumszeitraums nachgeholt werden. • Die Teilnahme an einer Vorbesprechung des Praktikums sowie die Registrierung in der dem Praktikum zugehörigen StudOn-Gruppe sind Voraussetzung für die Teilnahme an den Versuchen. • Die Vorbesprechung kann durch ein asynchron während der Vorlesungszeit zu ablsovierendes Lernmodul auf StudOn ersetzt werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 35 h Eigenstudium: 40 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skriptum zum Praktikum • jedes grundlegende Lehrbuch zur höheren Mathematik, insbesondere zur Analysis, zur linearen Algebra und zu komplexen Zahlen

1	**Modulbezeichnung** 92681	**Signale und Systeme I** Signals and systems 1	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Signale und Systeme I (2 SWS) Vorlesung: Signale und Systeme I (2,5 SWS)	- -
3	Lehrende	Paul Wawerek-López Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	**Inhalt**	**Kontinuierliche Signale** • Elementare Operationen, Delta-Impuls, Energie und Leistung, Skalarprodukt und Orthogonalität, Faltung und Korrelation **Fourier-Transformation** • Definition, Symmetrien, inverse Transformation, Sätze und Korrespondenzen **Laplace-Transformation** • Definition, Eigenschaften und Sätze, Inverse Transformation, Korrespondenzen **Kontinuierliche LTI-Systeme im Zeitbereich** • Impulsantwort, Sprungantwort, Beschreibung durch Differentialgleichungen, Direktformen, Zustandsraumdarstellung, äquivalente Zustandsraumdarstellungen, Transformation auf Diagonalform **Kontinuierliche LTI-Systeme im Frequenzbereich** • Eigenfunktionen, Systemfunktion und Übertragungsfunktion, Verkettung von LTI-Systemen, Zustandsraumbeschreibung im Frequenzbereich **Kontinuierliche LTI-Systeme mit Anfangsbedingungen** • Lösung mit der Laplace-Transformation, Lösung über die Zustandsraumbeschreibung, Zusammenhang zwischen Anfangswert und Anfangszustand **Kontinuierliche LTI-Systeme mit speziellen Übertragungsfunktionen** • Reellwertige Systeme, verzerrungsfreie Systeme, linearphasige Systeme, minimalphasige Systeme und Allpässe, idealer Tiefpass und idealer Bandpass **Kausalität und Hilbert-Transformation** • Kausale kontinuierliche LTI-Systeme, Hilbert-Transformation, analytisches Signal **Stabilität und rückgekoppelte Systeme** • Übertragungsstabilität, kausale stabile kontinuierliche LTI-Systeme, Stabilitätskriterium von Hurwitz, rückgekoppelte Systeme **Abtastung und periodische Signale** • Delta-Impulskamm und seine Fourier-Transformierte, Fourier-Transformierte periodischer Signale, Abtasttheorem, ideale und nichtideale Abtastung und Rekonstruktion, Abtastung im Frequenzbereich

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • analysieren kontinuierliche Signale mit Hilfe der Fourier- und Laplace-Transformation • bestimmen die Impulsantwort, Direktformen und Zustandsraumdarstellung für kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme • berechnen System- und Übertragungsfunktionen für kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme • analysieren die Eigenschaften von kontinuierlichen linearen zeitinvarianten Systemen aufgrund der Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung • stufen kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme an-hand ihrer Eigenschaften Verzerrungsfreiheit, Linearphasigkeit und Minimalphasigkeit ein • bewerten Kausalität und Stabilität von kontinuierlichen linearen zeitinvarianten Systemen • beurteilen die Effekte und Grenzen einer Abtastung von kontinuierlichen Signalen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Dringend empfohlen: Modul Grundlagen der Elektrotechnik I+II" *oder* Module Einführung in die IuK sowie Elektronik und Schaltungstechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Informations- und Kommunikationtechnik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	B. Girod, R. Rabenstein, A. Stenger, *Einführung in die Systemtheorie*, Teubner-Verlag, 2005

1	**Modulbezeichnung** 92682	**Signale und Systeme II** Signals and systems 2	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Signale und Systeme II (SoSe 2026) Vorlesung: Signale und Systeme II (4 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Simon Deniffel Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	**Inhalt**	*Diskrete Signale* Elementare Operationen und Eigenschaften, spezielle diskrete Signale, Energie und Leistung, Skalarprodukt und Orthogonalität, Faltung und Korrelation *Zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT)* Definition, Beispiele, Korrespondenzen, inverse zeitdiskrete Fourier-Transformation, Eigenschaften und Sätze *Diskrete Fourier-Transformation (DFT)* Definition, Beispiele, Korrespondenzen, Eigenschaften und Sätze,Faltung mittels der diskreten Fourier-Transformation, Matrixschreibweise, schnelle Fourier-Transformation (FFT) *z-Transformation* Definition, Beispiele, Korrespondenzen, inverse z-Transformation, Eigenschaften und Sätze *Diskrete LTI-Systeme im Zeitbereich* Beschreibung durch Impulsantwort und Faltung, Beschreibung durch Differenzengleichungen, Beschreibung durch Zustandsraumdarstellung *Diskrete LTI-Systeme im Frequenzbereich* Eigenfolgen, Systemfunktion und Übertragungsfunktion, Verkettung von LTI-Systemen, Zustandsraumbeschreibung im Frequenzbereich *Diskrete LTI-Systeme mit speziellen Übertragungsfunktionen* Reellwertige Systeme, verzerrungsfreie Systeme, linearphasige Systeme, minimalphasige Systeme und Allpässe, idealer Tiefpass und ideale Bandpässe, idealer Differenzierer *Kausale diskrete LTI-Systeme und Hilbert-Transformation* Kausale diskrete LTI-Systeme, Hilbert-Transformation für periodische Spektren, analytisches Signal und diskreter Hilbert-Transformator *Stabilität diskreter LTI-Systeme* BIBO-Stabilität, kausale stabile diskrete Systeme, Stabilitätskriterium für Systeme N-ter Ordnung *Beschreibung von Zufallssignalen* Erwartungswerte, stationäre und ergodische Zufallsprozesse, Autokorrelations- und Korrelationsfunktion, Leistungsdichtespektrum, komplexwertige Zufallssignale *Zufallssignale und LTI-Systeme* Verknüpfung von Zufallssignalen, Reaktion von LTI-Systemen auf Zufallssignale, Wienerfilter
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden

		• analysieren diskrete Signale mit Hilfe der zeitdiskreten Fourier-Transformation und berechnen deren diskrete Fourier-Transformation • bestimmen die Impulsantwort, Direktformen und Zustandsraumdarstellung für diskrete lineare zeitinvariante Systeme • berechnen System- und Übertragungsfunktionen für diskrete lineare zeitinvariante Systeme • analysieren die Eigenschaften von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen aufgrund der Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung • stufen diskrete lineare zeitinvariante Systeme anhand ihrer Eigenschaften Verzerrungsfreiheit, Linearphasigkeit und Minimalphasigkeit ein • bewerten Kausalität und Stabilität von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen • bewerten diskrete Zufallssignale durch Berechnung von Erwartungswerten und Korrelationsfunktionen • beurteilen die wesentlichen Effekte einer Filterung von diskreten Zufallssignalen durch diskrete lineare zeitinvariante Systeme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Informations- und Kommunikationtechnik Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK

1	**Modulbezeichnung** 43940	**Echtzeitsysteme** Real-time computing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Peter Wägemann
5	**Inhalt**	Videobearbeitung in Echtzeit, Echtzeitstrategiespiel, echtzeitfähig - der Begriff Echtzeit ist wohl einer der am meisten strapazierten Begriffe der Informatik und wird in den verschiedensten Zusammenhängen benutzt. Diese Vorlesung beschäftigt sich mit dem Begriff Echtzeit aus der Sicht von Betriebssystemen - was versteht man eigentlich unter dem Begriff Echtzeit im Betriebssystemumfeld, wo und warum setzt man sog. Echtzeitbetriebssysteme ein und was zeichnet solche Echtzeitbetriebssysteme aus? In dieser Vorlesung geht es darum, die oben genannten Fragen zu beantworten, indem die grundlegenden Techniken und Mechanismen vermittelt werden, die man im Betriebssystemumfeld verwendet, um Echtzeitsysteme und Echtzeitbetriebssysteme zu realisieren. Im Rahmen dieser Vorlesung werden unter anderem folgende Themen behandelt: • zeitgesteuerte und ereignisgesteuerte Systeme • statische und dynamische Ablaufplanungsverfahren • Fadensynchronisation in Echtzeitbetriebssystemen • Behandlung von periodischen und nicht-periodischen Ereignissen In den begleitenden Übungen werden die in der Vorlesung vorgestellten Techniken bei der Entwicklung eines kleinen Echtzeitsystems praktisch umgesetzt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: • unterscheiden die verschiedenen Komponenten eines Echtzeitsystems. • bewerten die Verbindlichkeiten von Terminvorgaben (weich, fest, hart). • erläutern die Zusammensetzung des Laufzeitverhaltes einer Echtzeitanwendung. • klassifizieren die Berührungspunkte zwischen physikalischem Objekt und kontrollierendem Echtzeitsystem. • interpretieren die Zeitparameter des durch das Echtzeitrechensystem zu kontrollierenden Objekts. • nennen die Zeitparameter des zugrundeliegenden Rechensystems (Unterbrechungslatenz, Ausführungszeit, ...). • unterscheiden synchrone und asynchrone Programmunterbrechung (insbesondere Trap/Interrupt, Ausnahmebehandlung und Zustandssicherung).

		• skizzieren die Verwaltungsgemeinkosten des schlimmsten Falls. • entwickeln in der Programmiersprache C und wenden die GNU Werkzeugkette für den ARM Cortex M4 Microcontroller an. • erstellen Echtzeitanwendungen auf Basis der eCos OS-Schnittstelle • ordnen die Strukturelemente von Echtzeitanwendungen zu: Aufgabe, Arbeitsauftrag und Faden. • erläutern die Implikationen von zeitlichem Mehrfachbetrieb auf die Verwaltungsgemeinkosten. • unterscheiden die Umsetzungsalternativen zur Ablaufsteuerung und die Trennung der Belange in Einplanung (Strategie) und Einlastung (Mechanismus). • benennen die grundsätzliche Verfahren der Ablaufsteuerung (taktgesteuert, reihum, vorranggesteuert). • erklären die grundlegenden Zeitparameter einer Aufgabe (Auslösezeitpunkt, Termin, Antwortzeit, Latenz, Ausführungszeit, Schlupfzeit). • unterscheiden die Grundlagen der Planbarkeit (gültig vs. zulässig, Optimalität von Einplanungsalgorithmen). • beschreiben den Unterschied zwischen konstruktiver und analytischer Einhaltung von Terminen-. • vergleich die Möglichkeiten (statisch, dynamisch) der zeitliche Analyse von Echtzeitanwendungen. • erklären die Grundlagen und Beschränkungen von dynamischer (worst-case?) und statischer WCET-Analyse (makroskopisch und mikroskopisch). • illustrieren Lösungsverfahren zur Bestimmung des längsten Ausführungspfads (Timing Schema, IPET). • erstellen Zeitmessung mittels Zeitgeber / Oszilloskop und bestimmen den längsten Pfad durch Code-Review. • erproben werkzeuggestützte WCET-Analyse mittels des absint aiT Analysewerkzeugs. • beschreiben die Grundlagen der Abfertigung periodischer Echtzeitsysteme (Periode, Phase, Hyperperiode). • skizzieren das periodische Modell und dessen Folgen (Entwicklungskomfort vs. Analysierbarkeit). • erklären die ereignisgesteuerte Ausführung (feste und dynamische Priorität, Verdrängbarkeit) mittels ereignisorienterter Planer (Berechnungskomplexität, MLQ-Scheduler, O(1)-Scheduler). • unterscheiden die zeitgesteuerte Ausführung (Busy Loop, Ablaufplan)und die Abfertigung von Arbeitsaufträgen im Abfrage- bzw. Unterbrecherbetrieb. • wenden die Grundlagen der ereignisgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme an. • unterscheiden Verfahren zur statischen (RM, DM) und dynamischen Prioritätsvergabe (EDF, LRT, LST).

		• nennen den Unterschied zwischen Anwendungs- und Systemebene (Mehrdeutigkeit von Prioritäten). • erläutern den Optimalitätsnachweis des RM-, DM- und EDF-Algorithmus und dessen Ausnahmen. • beschreiben grundlegende Verfahren zur Planbarkeitsanalyse (CPU-Auslastung, Antwortzeitanalyse). • implementieren komplexe Aufgabensysteme in eCos. • unterscheiden die Grundlagen der zeitgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme. • erstellen regelmäßige, zyklische Ablaufpläne (cyclic executive model, Rahmen). • vergleich Methoden der manuellen und algorithmischen Ablaufplanung. • unterscheiden optimale von heuristischen Verfahren (List Scheduling, Branch & Bound). • diskutieren die Konsequenzen eines Betriebswechsels in Echtzeitsystemen. • erstellen takt- beziehungsweise ereignisgesteuerte Abläufe in eCos beziehungsweise tt-eCos. • klassifizieren die Grundlagen der Abfertigung nicht-periodischer Echtzeitsysteme (minimale Zwischenankunftszeit). • definieren die Verbindlichkeiten von nicht-periodischen Aufgaben (aperiodisch, sporadisch) • zeigen die sich ergebenden Restriktionen des periodischen Modells (Mischbetrieb, Prioritätswarteschlangen, Übernahmeprüfung) auf. • beschreiben die Basistechniken des Laufzeitsystems (Zusteller, Unterbrecherbetrieb, Hintergrundbetrieb). • quantifizieren die Eigenschaften und Auswirkungen auf den periodischen Teil des Echtzeitsystems. • formulieren die Grundlagen des Slack-Stealing. • beschreiben den Einsatz von bandweite-bewahrenden Zustellern. • unterscheiden aufschiebbare Zusteller und Sporadic Server (SpSL und POSIX). • wenden eine Übernahmeprüfung bei sporadischen Aufgaben mittels dichte- oder schlupfbasierten Akzeptanztests an. • arbeiten einen strukturierter Ablaufplan (Rahmen) aus und untersuchen den Einsatz von Slack-Stealing. • ermitteln gerichtete Abhängigkeiten und Rangfolgen in Echtzeitanwendungen (Abhängigkeits- und Aufgabengraph). • stellen Umsetzungsalternativen für Abhängigkeiten einander gegenüber (naiv, implizit, explizit). • beschreiben das Konzept der zeitlichen Domänen und physikalischer bzw. logischer Ereignisse. • übertragen Abhängigkeiten auf das Problem der Ablaufplanung (modifiziere Auslösezeitpunkt/Termin, Phasenversatz).

		• konzipieren Rangfolge und aperiodische Steuerung in eCos. • implementieren einen aperiodischer Moduswechsel mit Zustandsüberführung in eCos. • wenden die Grundlagen von Wettstreit um Betriebsmitteln, Konkurrenz und Konfliktsituationen (kritische Abschnitte, (un)kontrollierte Prioritätsumkehr) an. • beschreiben echtzeitfähige Synchronisationsprotokolle (NPCS, PI, PCP). • nennen die Vor- und Nachteile der Techniken (transitive Blockung, Verklemmungen). • hinterfragen die Vereinfachung des PCP durch stapelbezogene Grenzprioritäten. • bestimmen die Ablaufplanung unter Berücksichtigung von Blockierungszeiten und Selbstsuspendierung. • implementieren Zugriffskontrolle (NPCS, PI, PCP) in Echtzeitanwendungen mit eCos. • erläutern die Anforderungen an verteile Echtzeitsysteme (Komposition, Erweiterbarkeit, Komplexität, Ereignis- vs. Zustandsnachricht). • fassen die Grundlagen von Knoten, Netzwerkschnittstellen und Netzübergängen sowie die Konzepte der expliziten und impliziten Flusskontrolle zusammen. • erschließen sich typische Probleme (zeitliche Analyse, Beobachtbarkeit, Synchronisation, Rangfolge) und Fehlerquellen bei der Programmierung von Echtzeitanwendungen. • können in Gruppen kooperativ und effektiv arbeiten. • können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten. • reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab. • können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten in der Konzeption wie Umsetzung umgehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung sind grundlegende Programmierkenntnisse in C/C++ erforderlich. Diese können durch den (empfohlenen) Besuch entsprechender Grundlagenveranstaltungen oder im Eigenstudium erworben sein, eine formale Voraussetzung besteht in diesem Zusammenhang nicht.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Hermann Kopetz. Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications. Kluwer Academic Publishers, 1997. • Jane W. S. Liu. Real-Time Systems. Prentice-Hall, Inc., 2000. • Wolfgang Schröder-Preikschat. Softwaresysteme 1. Vorlesungsfolien. 2006.

1	**Modulbezeichnung** 43950	**Kommunikationssysteme** Communication systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Communication Systems (2 SWS) Übung: Communication Systems Exercises (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Reinhard German Saeid Jahandar Bonab Mamdouh Muhammad	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Reinhard German
5	**Inhalt**	Aus Rechnerkommunikation ist der grundlegende Aufbau von IP-basierten Netzen bekannt, Inhalt von Kommunikationssysteme sind weitere Netztechnologien wie Leitungsvermittlung (Telefonnetze, Sonet/ SDH/WDM) und Netze mit virtueller Leitungsvermittlung (ATM, MPLS) sowie Netzwerkvirtualisierung (SDN, NFV), Multimediakommunikation über paketvermittelte Netze (Streaming, RTP, SIP, Multicast), Dienstgüte in paketvermittelten Netzen (Integrated Services, RSVP, Differentiated Services, Active Queue Management, Policing, Scheduling), drahtlose und mobile Kommunikation (GSM, UMTS, LTE, 5G, Wimax, WLAN, Bluetooth, ZigBee u.a. Sensornetze). Auch Kommunikation in der Industrie wird behandelt. In der Übung werden praktische Aufgaben im Labor durchgeführt: ein Labor enthält mehrere IP-Router, Switches und Rechner, IP-Telefone und Telefonie-Software für VoIP, es werden verschiedene Konfigurationen eingestellt und getestet. Ein weiterer Übungsteil beschäftigt sich mit Mobilkommunikation. *Contents:* Based on the course computer communications the architecture of IP networks is known. Contents of this course will be additional networking technologies such as circuit switching (telephony, SONET/ SDH/WDM) and networks with virtual circuit switching (ATM, MPLS) as well as network virtualization (SDN, NFV), multimedia communications over packet switched networks (streaming, RTP, SIP, multicast), quality-of-service in packet switched networks (integrated services, RSVP, differentiated services, active queue management, policing, scheduling), wireless and mobile communications (GSM, UMTS, LTE, 5G, Wimax, WLAN, Bluetooth, sensor networks such as ZigBee). Industrial communication will also be a topic. In the tutorial practical tasks are performed in the laboratory: One laboratory contains several IP routers, switches and computers, IP phones and VoIP telephone software. Various configurations are set up and tested. Another part of the tutorial deals with mobile communications.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erlangen Kenntnisse über Technologien bei der Leitungs- und Paketvermittlung in leitungsgebundenen und drahtlosen/mobilen Netzen Kenntnisse über die Grundlagen von Dienstgütemechanismen in paketvermittelten Netzen praktische Erfahrung in der Konfiguration eines IP-Switch-Router-Netzes mit Multimediaverkehr Students obtain the following learning targets and competences

		Knowledge of technologies in circuit and packet switching in wired and wireless/mobile networks Knowledge of the foundations of quality of service mechanisms in packet switched networks Practical experience in configuring an IP switch router network with multimedia traffic
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge of working with the Linux command line interface (terminal).
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Die Modulprüfung besteht aus: • Bearbeitung (zwei)wöchentlicher Aufgabenblätter in Gruppenarbeit. Für diese unbenotete Studienleistung sind alle Aufgabenblätter korrekt zu lösen und abzugeben. • Klausur von 90 Minuten
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Kurose, Ross. Computer Networking: A Top-Down Approach. 7th Ed., Pearson Education, 2017 W. Stallings. Data and Computer Communications, 10th ed., Pearson Education, 2014 W. Stallings. Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud, Pear-son Education, 2016 Cox. An Introduction to LTE. Wiley, 2012

1	**Modulbezeichnung** 65718	**Introduction to Machine Learning** Introduction to machine learning	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Introduction to Machine Learning (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: IntroML-Ex (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: IntroML-Tut (2 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Vincent Christlein Linda-Sophie Schneider	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	**Inhalt**	Ein Mustererkennungssystem besteht aus den folgenden Stufen: Aufnahme von Sensordaten, Vorverarbeitung, Merkmalsextraktion und maschinelle Klassifikation. Dieses Modul beschäftigt sich in erster Linie mit den ersten drei Stufen und schafft damit die Grundlage für weiterführende Module (Pattern Recognition und Pattern Analysis).Das Modul hat zum Ziel, die Studierenden mit dem prinzipiellen Aufbau eines Mustererkennungssystems vertraut zu machen. Es werden die einzelnen Schritte von der Aufnahme der Daten bis hin zur Klassifikation von Mustern erläutert. Das Modul beginnt dabei mit einer kurzen Einführung, bei der auch die verwendete Nomenklatur eingeführt wird. Die Analog-Digital-Wandlung wird vorgestellt, wobei der Schwerpunkt auf deren Auswirkungen auf die weitere Signalanalyse liegt. Im Anschluss werden gebräuchliche Methoden der Vorverarbeitung beschrieben. Ein wesentlicher Bestandteil eines Mustererkennungssystems ist die Merkmalsextraktion. Verschiedene Ansätze zur Merkmalsberechnung/-transformation werden gezeigt, darunter Momente, Hauptkomponentenanalyse und Lineare Diskriminanzanalyse. Darüber hinaus werden Möglichkeiten vorgestellt, Merkmalsrepäsentationen direkt aus den Daten zu lernen. Das Modul schließt mit einer Einführung in die maschinelle Klassifikation. In diesem Kontext wird der Bayes- und der Gauss-Klassifikator besprochen. A pattern recognition system consists of the following stages: Sensor Data Acquisition, Preprocessing, Feature Extraction, and Machine Classification. This module primarily deals with the first three stages and thus creates the basis for more advanced modules (Pattern Recognition and Pattern Analysis).The module aims to familiarize students with the basic structure of a pattern recognition system. The individual steps from the acquisition of data to the classification of patterns are explained. The module starts with a short introduction, which also introduces the used nomenclature. Analog-to-digital conversion is introduced, with emphasis on its impact on further signal analysis. Common methods of preprocessing are then described. An essential component of a pattern recognition system is feature extraction. Various approaches to feature computation/transformation are demonstrated, including moments, principal component analysis, and linear discriminant analysis.In addition, ways to learn feature representations directly from the data are presented. The module

		concludes with an introduction to machine classification. In this context, the Bayes and Gauss classifiers are discussed.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären die Stufen eines allgemeinen Mustererkennungssystems • verstehen Abtastung, das Abtasttheorem und Quantisierung • verstehen und implementieren Histogrammequalisierung und -dehnung • vergleichen verschiedene Schwellwertmethoden • verstehen lineare, verschiebungsinvariante Filter und Faltung • wenden verschiedene Tief- und Hochpassfilter sowie nichtlineare Filter an • wenden verschiedene Normierungsmethoden an • verstehen den Fluch der Dimensionalität • erklären verschiedene heuristische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Projektion auf einen orthogonalen Basisraum, geometrische Momente, Merkmale • basierend auf Filterung • verstehen analytische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Hauptkomponentenanalyse, Lineare Diskriminanzanalyse • verstehen die Basis von Repräsentationslernen • erläutern die Grundlagen der statistischen Klassifikation (Bayes-Klassifikator) • benutzen die Programmiersprache Python, um die vorgestellten Verfahren der Mustererkennung anzuwenden • lernen praktische Anwendungen kennen und wenden die vorgestellten Algorithmen auf konkrete Probleme an The students • explain the stages of a general pattern recognition system • understand sampling, the sampling theorem, and quantization • understand and implement histogram equalization and expansion • compare different thresholding methods • understand linear, shift invariant filters and convolution • apply various low-pass, high-pass, and nonlinear filters • apply different normalization methods • understand the curse of dimensionality • explain different heuristic feature calculation methods, e.g. projection on an orthogonal base space, geometric moments, features based on filtering • understand analytical feature computation methods, e.g. principal component analysis, linear discriminant analysis • understand the basis of representation learning • explain the basics of statistical classification (Bayes classifier) • use the programming language Python to apply the presented pattern recognition methods

		• learn practical applications and apply the presented algorithms to concrete problems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsfolien/lecture slides • Heinrich Niemann: Klassifikation von Mustern, 2. überarbeitete Auflage, 2003 • Sergios Theodoridis, Konstantinos Koutroumbas: Pattern Recognition, 4. Auflage, Academic Press, Burlington, 2009 • Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2. Auflage, John Wiley & Sons, New York, 2001

1	**Modulbezeichnung** 95280	**Verteilte Systeme** Distributed systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Rechnerübungen zu Verteilte Systeme (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übungen zu Verteilte Systeme (2 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Verteilte Systeme (2 SWS) (SoSe 2026)	- 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Paul Bergmann Dr. rer. nat. Christian Berger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. rer. nat. Christian Berger PD Dr.-Ing. Tobias Distler
5	**Inhalt**	Verteilte Systeme bestehen aus mehreren Rechnern, die über ein Netzwerk miteinander verbunden sind und einen gemeinsamen Dienst erbringen. Obwohl die beteiligten Rechner hierfür in weiten Teilen unabhängig voneinander agieren, erscheinen sie ihren Nutzern gegenüber in der Gesamtheit dabei trotzdem als ein einheitliches System. Die Einsatzmöglichkeiten für verteilte Systeme erstrecken sich über ein weites Spektrum an Szenarien: Von der Zusammenschaltung kleinster Rechenknoten zur Sammlung von Daten im Rahmen von Sensornetzwerken über Steuerungssysteme für Kraftfahrzeuge und Industrieanlagen bis hin zu weltumspannenden, Internet-gestützten Infrastrukturen mit Komponenten in Datenzentren auf verschiedenen Kontinenten. Ziel dieses Moduls ist es, die sich durch die speziellen Eigenschaften verteilter Systeme ergebenden Problemstellungen zu verdeutlichen und Ansätze zu vermitteln, mit deren Hilfe sie gelöst werden können; Beispiele hierfür sind etwa die Interaktion zwischen heterogenen Systemkomponenten, der Umgang mit erhöhten Netzwerklatenzen sowie die Wahrung konsistenter Zustände über Rechnergrenzen hinweg. Gleichzeitig zeigt das Modul auf, dass die Verteiltheit eines Systems nicht nur Herausforderungen mit sich bringt, sondern auf der anderen Seite auch Chancen eröffnet. Dies gilt insbesondere in Bezug auf die im Vergleich zu nicht verteilten Systemen erzielbare höhere Widerstandsfähigkeit eines Gesamtsystems gegenüber Fehlern wie den Ausfällen ganzer Rechner oder sogar kompletter Datenzentren. Ausgehend von den einfachsten, aus nur einem Client und einem Server bestehenden verteilten Systemen, beschäftigt sich die Vorlesung danach mit der deutlich komplexeren Replikation der Server-Seite und behandelt anschließend die Verteilung eines Systems über mehrere, mitunter weit voneinander entfernte geografische Standorte. In allen Abschnitten umfasst die Betrachtung des jeweiligen Themas eine Auswahl aus Grundlagen, im Praxiseinsatz befindlicher Ansätze und Techniken sowie für den aktuellen Stand der Forschung repräsentativer Konzepte.

		Im Rahmen der Übungen wird zunächst ein plattformunabhängiges Fernaufrufsystem schrittweise entwickelt und parallel dazu getestet. Als Vorlage und Orientierungshilfe dient dabei das in der Praxis weit verbreitete Java RMI. In den weiteren Übungsaufgaben stehen anschließend klassische Problemstellungen von verteilten Systemen wie fehlertolerante Replikation und verteilte Synchronisation im Mittelpunkt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: • beschreiben charakteristische Merkmale und Eigenschaften verteilter Systeme sowie grundlegende Probleme im Zusammenhang mit ihrer Realisierung. • untersuchen die Unterschiede zwischen lokalen Methodenaufrufen und Fernmethodenaufrufen. • vergleichen Ansätze zur Konvertierung von Nachrichten zwischen verschiedenen Datenrepräsenationen. • konzipieren eine eigene auf Java RMI basierende Anwendung. • entwickeln ein eigenes Fernaufrufsystem nach dem Vorbild von Java RMI. • gestalten ein Modul zur Unterstützung verschiedener Fernaufrufsemantiken (Maybe, Last-of-Many) für das eigene Fernaufrufsystem. • beurteilen auf Basis eigener Experimente mit Fehlerinjektionen die Auswirkungen von Störeinflüssen auf verschiedene Fernaufrufsemantiken. • klassifizieren Mechanismen zur Bereitstellung von Fehlertoleranz, insbesondere verschiedene Arten der Replikation (aktiv vs. passiv). • vergleichen verschiedene Konsistenzgarantien georeplizierter Systeme. • illustrieren das Problem einer fehlenden gemeinsamen Zeitbasis in verteilten Systemen. • erforschen logische Uhren als Mittel zur Reihenfolgebestimmung und Methoden zur Synchronisation physikalischer Uhren. • unterscheiden grundlegende Zustellungs- und Ordnungsgarantien beim Multicast von Nachrichten. • gestalten ein Protokoll für den zuverlässigen und totalgeordneten Versand von Nachrichten in einer Gruppe von Knoten. • entwickeln einen Dienst zur Verwaltung verteilter Sperrobjekte auf Basis von Lamport-Locks. • bewerten die Qualität einer Publikation aus der Fachliteratur. • erschließen sich typische Probleme (Nebenläufigkeit, Konsistenz) und Fehlerquellen bei der Programmierung verteilter Anwendungen. • können in Kleingruppen kooperativ arbeiten. • können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten.

		• können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten und Irrwegen umgehen. • reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Gute Programmierkenntnisse in Java
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Das Modul wird bestanden bei erfolgreicher Bearbeitung aller 6 Übungsaufgaben (Bewertung jeweils mit "ausreichend") und dem Bestehen einer 30-minütigen mündlichen Prüfung.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Bewertung der mündlichen Prüfung.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96270	**Kanalcodierung** Channel coding	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Kanalcodierung (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	**Inhalt**	1) Introduction and Motivation 2) Fundamentals of Block Coding 3) Introduction to Finite Fields I 4) Linear Block Codes 5) Linear Cyclic Codes 6) Introduction to Finite Fields II 7) BCH and RS Codes 8) Convolutional Codes 9) Codes with Iterative Decoding
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Das Modul Kanalcodierung umfasst eine Einführung in die Grundlagen der algebraischen, fehlerkorrigierenden Blockcodes sowie einen Einstieg in die Thematik der Faltungscodes. Iterativ decodierte Codeschemata wie Turbo-Codes und LDPC-Codes werden ebenfalls eingeführt. Im Einzelnen sind die Inhalte oben aufgeführt. Die Studierenden definieren die Problematik der Kanalcodierung, grenzen sie von anderen Codierverfahren (z.B. der Quellencodierung) ab und kennzeichnen die unterschiedlichen Ansätze zur Fehlerkorrektur und -erkennung. Sie nennen Beispiele für Einsatzgebiete von Kanalcodierung und geben einen Überblick über die historische Entwicklung des Fachgebiets. Die Studierenden erstellen Übertragungsszenarien für den Einsatz von Kanalcodierung bestehend aus Sender, Übertragungskanal und Empfänger und beachten dabei die Grundannahmen beim Einsatz von Blockcodes bzw. der Modellierung der Kanäle. Sie formulieren mathematische Beschreibungen der Encodierung sowie der optimalen Decodierung bzw. suboptimaler Varianten. Die Studierenden beherrschen die Grundlagen fehlerkorrigierender linearer Blockcodes, beschreiben diese mathematisch korrekt mittels Vektoren und Matrizen über endlichen Körpern und implementieren und bewerten zugehörige Encoder- und Decoderstrukturen insbesondere Syndromdecoder. Dabei modifizieren sie Generatormatrizen, ermitteln Prüfmatrizen und erstellen Syndromtabellen. Sie schätzen die minimale Hammingdistanz von Codes mittels Schranken ab und können den erzielbaren Codegewinn erläutern. Sie kennen und benutzen beispielhaften Codefamilien (z.B. Hamming-Codes, Simplex-Codes, Reed-Muller-Codes). Die Studierenden erkennen die Vorteile zyklischer linearer Blockcodes und beschreiben diese mit Polynomen über endlichen Körpern. Sie nutzen die Restklassenrechnung bzgl. Polynomen zur Umsetzung systematischer Encoder und zur Realisierung von Syndromdecodern mittels Schieberegisterschaltungen. Sie kennen beispielhafte Codefamilien.

Die Studierenden nutzen Primkörper, Erweiterungskörper, Minimalpolynome und Kreisteilungsklassen sowie die Spektraldarstellung über endlichen Körpern zur Realisierung von BCH- und Reed-Solomon-Codes gemäß der BCH-Schranke. Sie verstehen die Grundlagen der Decodierung von BCH- und Reed-Solomon-Codes. Sie skizzieren und erläutern die Kanalcodierkonzepte von CD und DVD.
Die Studierenden erklären die Unterschiede von Faltungscodes und Blockcodes, skizzieren anhand von tabellierten Generatorpolynomen zugehörige Encoder und erläutern diese. Sie erklären die Funktionsweise des optimalen Decoders (MLSE) und demonstrieren diese beispielhaft.
Die Studierenden verstehen die Grundlagen der iterativen Decodierung, insbesondere wenden sie die Grundlagen des Information Combining zur Kombination von verschiedenen Beobachtungen an. Sie verstehen die Bedeutung von Log-Likelihood-Ratios bei iterativen Decodieruvorgängen und berechnen diese. Sie skizzieren die grundlegenden Encoder- und Decoderstrukturen von Turbo-Codes und die Grundzüge der Codierung mit LDPC-Codes u.a. der Decodierung mittels Belief Propagation.
Die Vorlesung erfolgt wechselweise auf Deutsch oder Englisch (Winter/ Sommer). Die zur Verfügung gestellten Unterlagen sind ausschließlich in Englisch gehalten. Die Studierenden verwenden entweder die englischen Fachtermini sicher oder kennen diese und drücken sich sicher mit den entsprechenden deutschen Fachbegriffen aus.
Die Umsetzung der angegebenen Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) sollten die Studierenden zu diesem Zeitpunkt des Studiums üblicherweise beherrschen. Übungen hierzu bleiben der Eigeninitiative überlassen.

Students define the problems of channel coding, how to distinguish it from other coding methods (such as source coding) and how to describe the various different approaches to error correction and detection. They are able to list example application areas of channel coding and give an overview of the historical development of the field.
Furthermore, they describe and analyze transmission scenarios for the application of channel coding which consist of transmitter, transmission channel and receiver, taking into account the general assumptions for applying block codes or modeling the channels. They formulate mathematical descriptions of encoding, optimal decoding and sub-optimal methods.
Students illustrate the principles of error-correcting linear block codes and describe them mathematically using vectors and matrices over finite fields. They implement and analyze corresponding encoder and decoder structures, in particular syndrome decoders, and modify generator matrices, construct test matrices and create syndrome tables. They estimate the minimum Hamming distance of codes using bounds and are able to explain the coding gain that can be achieved in individual cases. They analyze and use example code families (e.g. Hamming codes, simplex codes, Reed-Muller codes).

		Students explain the advantages of cyclic linear block codes and how to describe them with polynomials over finite fields. They apply polynomial modular arithmetic to implement systematic encoders and realize syndrome decoders using shift register circuits. They know and use exemplary code families. Students use prime fields, extension fields, minimal polynomials and cyclotomic cosets, and spectral representation over finite fields to implement BCH and Reed-Solomon codes using the BCH bound. They understand the foundations of decoding BCH and Reed-Solomon codes and how to sketch and explain the channel coding concepts of CDs and DVDs. Students are able to describe the differences between convolutional codes and block codes, to sketch the respective encoders based on tabulated generator polynomials and to explain them. They are able to explain how optimal decoders (MLSE) work using examples. Students sketch the foundations of iterative decoding. In particular, they apply methods of information combining to combine different observations. They use and calculate log-likelihood ratios in iterative decoding processes, sketch the basic encoding and decoding structures of turbo codes and the basics of coding using LDPC codes (including decoding using belief propagation). Students either are able to use the English technical terms correctly or know them and are able to express themselves using the respective technical terms in German.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es ist hilfreich, wenn die Studierenden die erlernten Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) umsetzen können. It would be very helpful if the participants can implement the specified algorithms into a programming language (C, Matlab, etc.).
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten) Die Prüfung ist eine 90-minütige schriftliche Klausur. Hilfsblatt, Taschenrechner: Sie können ein einzelnes A4-Blatt (Vorder- und Rückseite oder andere Blätter mit offensichtlich identischer Gesamtfläche) verwenden, um Ihre eigene, handschriftliche Formelsammlung aufzuschreiben. Sie können einen nicht programmierbaren Taschenrechner verwenden. --- The examination is a 90-minute written test. Cheat Sheet, Calculator: A single A4 sheet (front and back, or any other collection of sheets with an obviously identical total area size) can be

		used to write down your own handwritten collection of formulas, etc. You may also bring a non-programmable calculator.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	• J. Huber, R. Fischer, C. Stierstorfer: Folien zur Vorlesung • M. Bossert: Kanalcodierung, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 3. Auflage, 2013 • M. Bossert: Channel Coding for Telecommunications, John Wiley & Sons, 1999 • B. Friedrichs: Kanalcodierung, Springer Verlag, 1996 • S.B. Wicker: Error Control Systems for Digital Communications and Storage, Prentice-Hall, 1995

1	**Modulbezeichnung** 798810	**Rechnerarchitektur** Computer architecture	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Rechnerarchitektur (2 SWS) Übung: Übung zu Rechnerarchitektur (2 SWS) Übung: Übungen zu Rechnerarchitektur (2 SWS) Übung: RÜ RA (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Tobias Baumeister Philipp Gündisch Kenan Gündogan	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
5	**Inhalt**	Die Vorlesung baut auf die in den Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation vermittelten Inhalte auf und setzt diese mit weiterführenden Themen fort. Es werden zunächst grundlegende fortgeschrittene Techniken bei Pipelineverarbeitung und Cachezugriffen in modernen Prozessoren und Parallelrechnern behandelt. Ferner wird die Architektur von Spezialprozessoren, z.B. DSPs und Embedded Prozessoren behandelt. Es wird aufgezeigt, wie diese Techniken in konkreten Architekturen (Intel Nehalem, GPGPU, Cell BE, TMS320 DSP, Embedded Prozessor ZPU) verwendet werden. Zur Vorlesung wird eine Tafelübung angeboten. Mit erfolgreicher mündlicher Prüfung können 5 ECTS erworben werden. In den Tafelübungen werden die in der Vorlesung vermittelten Techniken durch zu lösende Aufgaben vertieft. In der Rechnerübung soll u.a. ein einfacher Vielkern-Prozessor auf Basis des ZPU-Prozessors mit Simulationswerkzeugen aufgebaut werden. Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt: • Organisationsaspekte von CISC und RISC-Prozessoren • Behandlung von Hazards in Pipelines • Fortgeschrittene Techniken der dynamischen Sprungvorhersage • Fortgeschritten Cachetechniken, Cache-Kohärenz • Ausnutzen von Cacheeffekten • Architekturen von Digitalen Signalprozessoren • Architekturen homogener und heterogener Multikern-Prozessoren (Intel Corei7, Nvidia GPUs, RISC-V) • Architektur von Parallelrechnern (Clusterrechner, Superrechner) • Effiziente Hardware-nahe Programmierung von Mulitkern-Prozessoren (OpenMP, SSE, CUDA) • Leistungsmodellierung und -analyse von Multikern-Prozessoren (Roofline-Modell)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Lernende können Wissen abrufen und wiedergeben. Sie kennen konkrete Einzelheiten wie Begriffe, Definitionen, Fakten, und Abläufe in einem Prozessor darlegen. Verstehen

		Lernende können Beispiele für Rechnerarchitekturen anführen, sie sind in der Lage, Schaubilder von Prozessoren zu interpretieren und die Abläufe in eigenen Worten zu beschreiben. Anwenden Lernende können beim Erstellen eigener Programme durch Transfer des Wissens über Interna von Prozesorarchitekturen Optimierungen hinsichtlich des Laufzeitverhaltens vornehmen. Analysieren Lernende können zwischen verschiedenen Varianten von Lösungen einer Prozessorarchitektur klassifizieren, die Gründe für durchgeführte Entwurfsentscheidungen erschließen, Unterscheide gegenüberstellen und gegeneinander bewerten. Lern- bzw. Methodenkompetenz Lernende erwerben die Fähigkeit selbstständig Testprogramme zum Bewerten der Leistungsfähigkeit eines Prozessors zu erstellen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Die Prüfung umfasst eine Klausur plus die erfolgreiche Teilnahme an der Tafelübung. Erfolgreich wurde die Tafelübung absolviert wenn in den 10 ausgeteilten Aufgabenblättern 50% der Punkte erreicht wurden.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Klausurnote.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Patterson/Hennessy: Computer Organization und Design • Hennessy/Patterson: Computer Architecture - A Quantitative Approach • Stallings: Computer Organization and Architecture • Märtin: Rechnerarchitekturen

1	**Modulbezeichnung** 93601	**Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung** Information theory and coding	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorial for Information Theory and Coding (1 SWS) Vorlesung: Information Theory and Coding (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Johanna Fröhlich Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller
5	**Inhalt**	1. Introduction: binomial distribution, (7,4)-Hamming code, parity-check matrix, generator matrix 2. Probability, entropy, and inference: entropy, conditional probability, Bayes law, likelihood, Jensens inequality 3. Inference: inverse probability, statistical inference 4. The source coding theorem: information content, typical sequences, Chebychev inequality, law of large numbers 5. Symbol codes: unique decidability, expected codeword length, prefix-free codes, Kraft inequality, Huffman coding 6. Stream codes: arithmetic coding, Lempel-Ziv coding, Burrows-Wheeler transform 7. Dependent random variables: mutual information, data processing lemma 8. Communication over a noisy channel: discrete memory-less channel, channel coding theorem, channel capacity 9. The noisy-channel coding theorem: jointly-typical sequences, proof of the channel coding theorem, proof of converse, symmetric channels 10. Error-correcting codes and real channels: AWGN channel, multivariate Gaussian pdf, capacity of AWGN channel 11. Binary codes: minimum distance, perfect codes, why perfect codes are bad, why distance isnt everything 12. Message passing: distributed counting, path counting, low-cost path, min-sum (=Viterbi) algorithm 13. Exact marginalization in graphs: factor graphs, sum-product algorithm 14. Low-density parity-check codes: density evolution, check node degree, regular vs. irregular codes, girth 15. Lossy source coding: transform coding and JPEG compression -- 1. Einleitung: Binomialverteilung, (7,4)-Hamming-Code, Paritätsmatrix, Generatormatrix 2. Wahrscheinlichkeit, Entropie und Inferenz: Entropie, bedingte Wahrscheinlichkeit, Bayessches Gesetz, Likelihood, Jensensche Ungleichung 3. Inferenz: Inverse Wahrscheinlichkeit, statistische Inferenz 4. Das Quellencodierungstheorem: Informationsgehalt, typische Folgen, Tschebyschevsche Ungleichung, Gesetz der großen Zahlen

		5. Symbolcodes: eindeutige Dekodierbarkeit, mittlere Codewortlänge, präfixfreie Codes, Kraftsche Ungleichung, Huffmancodierung 6. Stromcodes: arithmetische Codierung, Lempel-Ziv-Codierung, Burrows-Wheeler-Transformation 7. Abhängige Zufallsvariablen: Transinformation, Datenverarbeitungslemma 8. Kommunikation over gestörte Kanäle: diskreter gedächtnisloser Kanal, Kanalcodierungstheorem, Kanalkapazität 9. Das Kanalcodierungstheorem: verbundtypische Folgen, Beweis des Kanalcodierungstheorems, Beweis des Umkehrsatzes, symmetrische Kanaäle 10. Fehlerkorrigierende Codes und reale Kanäle: AWGN-Kanal, mehrdimensionale Gaußsche WDF, Kapazität des AWGN-Kanals 11. Binäre Codes: Minimaldistanz, perfekte Codes, Warum perfekte Codes schlecht sind, Warum Distanz nicht alles ist 12. Nachrichtenaustausch: verteiltes Zählen, Pfadzählen, günstigster Pfad, Minimumsummenalgorithmus 13. Exakte Marginalisierung in Graphen: Faktorgraph, Summenproduktalgorithmus 14. LDPC-Codes: Dichteevolution, Knotenordnung, reguläre und irreguläre Codes, Graphumfang 15. Verlustbehaftete Quellencodierung: Transformationscodierung und JPEG-Kompression
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students apply Bayesian inference to problems in both communications and everyday's life. The students explain the concept of digital communications by means of source compression and forward-error correction coding. For the design of communication systems, they use the concepts of entropy and channel capacity. They calculate these quantities for memoryless sources and channels. The students proof both the source coding and the channel coding theorem. The students compare various methods of source coding with respect to compression rate and complexity. The students apply source compression methods to measure mutual information. The students factorize multivariate functions, represent them by graphs, and marginalize them with respect to various variables. The students explain the design of error-correcting codes and the role of minimum distance. They decode error-correcting codes by means of maximum-likelihood decoding and message passing. The students apply distributed algorithms to problems in both communications and everydays life. The students improve the properties of low-density parity-check codes by widening the girth and/or irregularity in the degree distribution. The students transform source images into the frequency domain to improve lossy compression. --

		Die Studierenden wenden Bayessche Inferenz auf Probleme in der Nachrichtentechnik und im Alltagsleben an. Die Studierenden erklären die konzeptuelle Trennung von digitaler Übertragung in Quellen- und Kanalcodierung. Kommunikationssysteme entwerfen sie unter Betrachtung von Entropie und Kanalkapazität. Sie berechnen diese Größen für gedächtnislose Quellen und Kanäle. Die Studierenden beweisen sowohl das Quellen- als auch das Kanalcodierungstheorem. Die Studierenden vergleichen verschiedenartige Quellencodierungsverfahren hinsichtlich Komplexität und Kompressionsrate. Die Studierenden verwenden Quellencodierverfahren zur Messung von Transinformation. Die Studierenden faktorisieren Funktionen mehrerer Veränderlicher, stellen diese als Graph dar und marginalisieren sie bezüglich mehrerer Veränderlicher. Die Studierenden erklären den Entwurf von Kanalcodes und den Einfluss der Minimaldistanz. Sie decodieren Kanalcodes gemäß maximaler Likelihood und Nachrichtenaustausch. Die Studierenden wenden verteilte Algorithmen auf Probleme der Nachrichtentechnik und des Alltagslebens an. Die Studierenden verbessern die Eigenschaften von LDPC-Codes durch Erhöhung des Umfangs und/oder durch irreguäre Knotenordnungsverteilungen. Die Studierenden transformieren Bildquellen zur Verbesserung verlustbehafteter Kompression iin den Frequenzbereich.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	MacKay, D.: Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.

1	**Modulbezeichnung** 43141	**Mobile Communications** Mobile communications	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Mobile Communications - Tutorial (1 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Mobile Communications (3 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Levi-Pascal Bohnacker Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller
5	**Inhalt**	History of mobile communications, cellular systems, sectorization, spectral efficiency, co-channel interference, adjacent-channel interference, near-far effect, cellular network architecture, antenna types and parameters, free space propagation, reflection, attenuation, diffraction, scattering, classification of channel models, ground reflection model, Okumura-Hata model, shadowing, narrow-band fading, time- variant channels, scattering function, delay-Doppler spectrum, diversity principles, combining methods, diversity gain, multiplexing, duplexing, digital modulation, Gaussian filtered minimum shift keying, basics of channel coding, interleaving, global system for mobile communications, physical versus logical channels, frame structure, call set-up, synchronization, channel estimation, hand-off
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students explain the cellular structure of mobile communication systems. They students explain the physical mechanics of radio wave propagation in the cm-band. The students explain the GSM cellular communications standard. The students discuss the pros and cons of several multiple-access and duplexing methods. The students discuss the pros and cons of several modulation and coding formats. The students decide which antenna type is suitable for a given morphological structure of the environment. The students predict the amplitude and dynamic of the antenuation between a mobile transmitter and a fixed receiver. The students utilize diversity methods to improve the link quality. The students determine the coverage probability of a given cellular communication system. The students collaborate on solving exercise problems. The students discuss which system solutions fit to which environments.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Proakis, J.: Digital Communications, McGraw-Hill, 4th ed., 2001. Rappaport, T.: Wireless Communications: Principles & Practice, Prentice Hall, 2nd ed., 2001. Mouly, M., Paulet, M.: The GSM System for Mobile Communications, Cell & SYS, France, 1992. Goldsmith, A.: Wireless Communications, Cambridge Univ. Press, 2005.

1	**Modulbezeichnung** 96590	**Entwurf integrierter Schaltungen I** Design of integrated circuits I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Entwurf Integrierter Schaltungen I (2 SWS) Übung: Übungen zu Entwurf Integrierter Schaltungen I (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler Feim Ridvan Rasim	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler
5	**Inhalt**	Es wird in die Grundlagen des integrierten digitalen Schaltungsentwurfes auf Basis von CMOS eingeführt. Ausgehend vom MOS Transistor wird die Complementäre Logik erklärt und auf gängige statische und dynamische Schaltelemente und ihre Erweiterungen auf hochintegrierte Schaltungen bis 0.13µm eingegangen. • Digitaler IC Entwurf für Deep Submicron • MOS Transistor • Herstellung, Layout und Simulation • MOS Inverterschaltung • Statische CMOS Gatter-Schaltungen • Entwurf von Logik mit hoher Schaltrate • Transfer-Gatter und dynamische Logik • Entwurf von Speichern • Zusätzliche Themen des Speicherentwurfs Content It introduces students to the basics of digital integrated circuit design in CMOS. Starting from the MOS transistor, complementary logic is explained. Common static and dynamic switching elements are discussed as well as their extensions to large scale integrated circuits (0.18µm-0.13µm). • Deep Submicron Digital IC Design • MOS Transistor • Fabrication, Layout and Simulation • MOS Inverter Circuits • Static CMOS Gate-Circuits • Design of Logic with High Switching Rate • Transfer-Gates and Dynamic Logic • Design of Memory • Additional Topics of Memory Design
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Verstehen • Die Studierenden gewinnen einen Überblick über existierende Integrationstechnologien und Entwurfsmethodiken für Integrierte Schaltungen in 0,18µm und 0,13µm CMOS. Dabei verstehen die Studierenden auch die Zusammenhänge zwischen technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten der Halbleiterfertigung. Evaluieren (Beurteilen)

		• Die Studierenden analysiert das Verhalten von MOS/CMOS-Transistoren. Daneben können sie verschiedene statische und dynamische digitale Schaltungsstrukturen auf Transistorebene bewerten. Learning objectives and competencies: Understand • gain an overview of existing integration technologies and integrated circuit design techniques in CMOS (0.18µm-0.13µm), understanding technical and economic aspects of semiconductor manufacturing. Evaluate (Assess) • Analyze the behavior of MOS / CMOS transistors and evaluate various static and dynamic digital circuit structures at transistor level.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch: Die Unterrichts- und Prüfungssprache wird von der/dem Dozierenden zu Vorlesungsbeginn festgelegt
16	**Literaturhinweise**	Literatur: D. A. Hodges, H. G. Jackson, R. A. Saleh, Analysis and Design of Digital Integrated Circuits, McGraw-Hill, 3rd Ed 2004

1	**Modulbezeichnung** 96500	**Analoge elektronische Systeme** Analogue electronic systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Analoge elektronische Systeme (3 SWS) Übung: Übungen zu Analoge elektronische Systeme (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer Ouadie Touijer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Ouadie Touijer
5	**Inhalt**	• Feldeffekttransistor • Verstärker, Leistungsverstärker • Nichtlinearität und Verzerrung • Filtertheorie • Realisierung von Filtern • Intrinsisches Rauschen (Konzepte) • Physikalische Rauschursachen • Rauschparameter • Mischer • Oszillatoren • Phasenregelschleifen (PLLs)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden erlangen Kenntnisse um Rauscheffekte und Nichtlinearitäten in Analogschaltungen zu erklären • Die Studierenden verstehen die Ursachen verschiedener physikalischer Rauschprozesse und können diese klassifizieren • Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur Planung und Implementierung frequenzumsetzender Systeme mittels zugehöriger Frequenz- und Pegelpläne • Die Studierenden bewerten Hochfrequenzoszillatoren und stabilisierende PLL-Schaltungen • Die Studierenden untersuchen Messaufbauten zur Charakterisierung von Rauschen und Nichtlinearitäten • Die Studierenden analysieren den inneren Aufbau von Leistungsverstärkern auf Basis von Transistorschaltungen • Die Studierenden sind in der Lage komplexe Analogschaltungen simulativ und analytisch zu untersuchen und deren Verhalten im Groß- und Kleinsignalbereich zu charakterisieren • Die Studierenden führen Filterentwürfe durch und bestimmen deren Amplituden- und Phasengang • Die Studierenden können bei auftretenden Problemen selbstständig mit Hilfe weitergehender Literatur oder durch Diskussion in der Gruppe Lösungen erarbeiten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 43490	**Hardware-Software-Co-Design** Hardware-software-co-design	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: 3. Übung zu Hardware-Software-Co-Design (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Exercises for Hardware-Software-Co-Design (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Hardware-Software-Co-Design (2 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Hardware-Software-Co-Design (2 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Stefan Meißner Abrarul Karim Avinash Mahesh Nirmala Thomas Vetter Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	**Inhalt**	Zahlreiche Realisierungen eingebetteter Systeme (z.B. Mobiltelephone, Faxgeräte, Industriesteuerungen) zeichnen sich durch kooperierende Hardware- und Softwarekomponenten aus. Die Popularität solcher Realisierungsformen lässt sich begründen durch 1) die steigende Vielfalt und Komplexität heterogener Systeme, 2) die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken und 3) Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Entwurfsmethoden). Zum Beispiel bieten Halbleiterhersteller kostengünstige ASICs an, die einen Mikrocontroller und benutzerspezifische Peripherie und Datenpfade auf einem Chip integrieren. Die Synthese solcher Systeme wirft jedoch eine Reihe neuartiger Entwurfsprobleme auf, insbesondere 1) die Frage der Auswahl von Hardware- und Softwarekomponenten, 2) die Partitionierung einer Spezifikation in Hard- und Software, 3) die automatische Synthese von Interface- und Kommunikationsstrukturen und 4) die Verifikation und Cosimulation. 1) Überblick und Vergleich von Architekturen und Komponenten in Hardware/Software-Systemen. 2) Aufbau eines Compilers und Codeoptimierungsverfahren für Hardware und Software 3) Hardware/Software-Partitionierung (Partitionierung komplexer Systeme, Schätzungsverfahren, Performanzanalyse, Codegenerierung) 4) Interfacesynthese (Kommunikationsarten, Synchronisation, Synthese) 5) Verifikation und Cosimulation 6) Tafelübungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz - Wissen • Die Studierenden erhalten Einblick in ein aktuelles Forschungsgebiet.

		Fachkompetenz - Verstehen • Die Studierenden verstehen Grundlagen des modernen Systementwurfs. • Die Studierenden erklären Implementierungsalternativen für digitale Hardware/Software-Systeme. Fachkompetenz - Anwenden • Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an, zur Analyse und Optimierung von Hardware/Software-Systemen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Hardware-Software-Co-Design (Vorlesung mit erweiterter Übung)“ aus.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung: • Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6 • Gajski, D. et al.: "Specification and Design of Embedded Systems", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1994, ISBN: 978-0131507319 Weitere Informationen: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/hardware-software-co-design

1	**Modulbezeichnung** 43822	**Computer Graphics** Computer graphics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computer Graphics (3 SWS) Übung: CGTut (1 SWS)	3,75 ECTS 1,25 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger Laura Fink Nikolai Hofmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
5	**Inhalt**	Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Computergraphik: • Graphik Pipeline • Clipping • 3D Transformationen • Hierarchische Display Strukturen • Perspektive und Projektionen • Visibilitätsbetrachtungen • Rastergraphik und Scankonvertierung • Farbmodelle • Lokale und globale Beleuchtungsmodelle • Schattierungsverfahren • Ray Tracing und Radiosity • Schatten und Texturen In den begleitenden Übungen wird der Stoff anhand anschaulicher Programmieraufgaben vertieft. Contents: This lecture covers the following aspects of Computer Graphics: • graphics pipeline • clipping • 3D transformations • hierarchical display structures • perspective transformations and projections • visibility determination • raster graphics and scan conversion • color models • local and global illumination models • shading models • ray tracing and radiosity • shadows and textures The accompanying exercises reinforce the material using illustrative and conceptually clear programming exercises.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • geben die unterschiedlichen Schritte der Graphik Pipeline wieder

		• erklären die Funktionsweise der Clippingalgorithmen für Linien und Polygone • beschreiben, charakterisieren und berechnen affine und perspektivische Transformationen in 3D und veranschaulichen die allgemeine Form der Transformationsmatrix in homogener Koordinaten • skizzieren die Verfahren zur Tiefe- und Visibilitätsberechnung • vergleichen die unterschiedlichen Farbmodelle der Computergraphik • illustrieren und untersuchen die Datenstrukturen zur Beschreibung virtueller 3D Modelle und komplexer Szenen • erläutern die Funktionsweise der Rasterisierung und Scankonvertierung in der Graphikpipeline • lösen Aufgaben zu Beleuchtung und Texturierung von 3D virtuellen Modellen • klassifizieren Schattierungsverfahren • bestimmen den Unterschied zwischen lokaler und globaler Beleuchtung und formulieren Algorithmen für Ray Tracing und Radiocity *Educational objectives and skills:* Students should be able to • describe the processing steps in the graphics pipeline • explain clipping algorithms for lines and polygons • explain, characterize and compute affine and perspective transformations in 2D and 3D, and provide an intuitive description of the general form of corresponding transformation matrices in homogeneous coordinates • depict techniques to compute depth, occlusion and visibility • compare the different color models • describe data structures to represent 3D virtual models and complex scenes • explain the algorithms for rasterization and scan conversion • solve problems with shading and texturing of 3D virtual models • classify different shadowing techniques • explain the difference between local and global illumination techniques and formulate algorithms for ray tracing and radiosity
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Mathematik 20261 Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (60 Minuten) Übungsleistung

		- Die Übungen („Computer Graphics Basic Tutorials”) bestehen aus zehn wöchentlichen Aufgabenblättern mit kleinen Programmieraufgaben. Die Übung ist bestanden, wenn mindestens 50% der Gesamtpunkte erreicht werden. - The exercises (“Computer Graphics Basic Tutorials”) consist of ten weekly worksheets with small programming tasks. The exercise is passed if at least 50% of the total points are achieved.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) - Zum Bestehen des Moduls müssen 50% der Punkte in den Übungen erreicht und die Abschlussprüfung bestanden werden. Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Prüfung. -The module is passed when 50% of the points in the exercises are reached and when the final exam is passed. The grade of the module is entirely determined by the grade in the final exam.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• P. Shirley: Fundamentals of Computer Graphics. AK Peters Ltd., 2002 • Hearn, M. P. Baker: Computer Graphics with OpenGLD. Pearson • Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice • Rauber: Algorithmen der Computergraphik • Bungartz, Griebel, Zenger: Einführung in die Computergraphik • Encarnação, Strasser, Klein: Computer Graphics

Nebenfach Physik (experimentell)

1	**Modulbezeichnung** 66061	**Experimentalphysik 1 + 2: Mechanik, Wärmelehre und Elektrodynamik** Experimental physics 1 + 2: Mechanics, thermodynamics and electrodynamics	**15 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Experimentalphysik 1 für Physikstudierende: Mechanik (5 SWS) (WiSe 2026) Übung: Übungen zur Experimentalphysik 1 für Physikstudierende: Mechanik (2 SWS) (WiSe 2026) Vorlesung: Experimentalphysik 2 für Physikstudierende: Wärmelehre und Elektrodynamik (5 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übungen zur Experimentalphysik 2 für Physikstudierende: Wärme und Elektrodynamik (2 SWS) (SoSe 2026)	7,5 ECTS - 7,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Norbert Lindlein Prof. Dr. Janina Maultzsch	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Vojislav Krstic
5	**Inhalt**	**Mechanik** • Einführendes: Gebiete der Physik, Längen- und Geschwindigkeitsskalen, Abgrenzung klassische/ Quanten-/ relativistische Physik; Physikalische Größen; Messungen und Messfehler • Mechanik eines Massenpunktes: Bewegung auf Raumkurven, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Drehbewegungen, Längen- und Zeitmessung; Masse, Impuls, Impulserhaltung; Newtonsche Gesetze; Kraftfelder, Arbeit, Potential, Energie, Energiesatz, Leistung; Bewegungsgleichungen; Drehimpuls, Drehmoment • Bewegte Bezugssysteme und spezielle Relativitätstheorie: Klassisch: Inertialsysteme und Galilei-Transformation; Beschleunigte Bezugssysteme, Scheinkräfte (insb. Zentrifugal, Coriolis); Spezielle Relativitätstheorie: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und ihre Konsequenzen; Lorentz-Transformation; relativistische Phänomene (insbesondere Zeitdilatation, Längenkontraktion, Zwillingsparadoxon); Vierervektoren, Lorentz-Skalarprodukt, relativistische Energie-Impuls-Beziehung • Systeme von Massenpunkten und Stöße: Schwerpunkt, Schwerpunktbewegung, Erhaltungssätze; Stöße: Elastische/ inelastische Stöße, Streuprozesse, relativistische Stöße; Gravitation und Planetenbewegungen, Keplersche Gesetze • Dynamik starrer Körper: Darstellung von Volumen und Masse als Volumenintegrale; Rotationsenergie, Drehimpuls, Trägheitsmoment; Bewegung des starren Körpers (Kinematik, Gleichgewichtslage, Abrollen); Bewegungsgleichungen (Rotation um feste Achse, freier Kreisel: Nutation, Präzession, Stabilität von Drehachsen)

- Deformierbare feste und flüssige Materialien: Reibung zwischen festen Körpern; Elastische Deformationen (Hooke, Kontraktion, Scherung, Torsion, Biegung); Hydrostatik (Statischer Druck, Auftrieb); Flüssigkeitsgrenzflächen (Oberflächenspannung, Kapillarität); Strömungen (Reibungsfrei: Bernoulli; mit Reibung: Laminar (Hagen-Poiseuille), turbulent (Navier-Stokes); Aerodynamik, cw-Wert, aerodynamische Phänomene)
- Gase: Kompressibilität, barometrische Höhenformel; kinetische Gastheorie (Druck, Verbindung zu absoluter Temperatur, Stoßquerschnitt, freie Weglänge); Maxwell-Verteilung
- Schwingungen und Wellen: Schwingungen: Freier Oszillator, erzwungene Schwingungen, Resonanz, gekoppelte Schwingungen, Überlagerung von Schwingungen; Wellen: Beschreibung, Wellengleichung, Wellenphänomene (Reflexion, Brechung, Beugung, Überlagerung), stehende Wellen, bewegte Sender und Empfänger

Wärmelehre

- Temperatur und Wärmemenge: Wärmephänomene, Temperaturmessung; absolute Temperaturskala; innere Energie und spezifische Wärme; Schmelz- und Verdampfungswärme
- Wärmetransport: Konvektion, Wärmeleitung, Strahlung
- Hauptsätze der Thermodynamik: Zustandsgrößen; Zustandsänderungen und der erste Hauptsatz; Kreisprozesse, zweiter Hauptsatz; Entropie, reversible und irreversible Prozesse, dritter Hauptsatz
- Thermodynamik realer Flüssigkeiten und Gase: Van-der-Waals-Zustandsgleichung; Aggregatzustände und -umwandlungen, Phasendiagramme, kritischer und Tripelpunkt

Elektrodynamik:

- Elektrostatik: Elektrische Ladung; Coulomb-Gesetz; elektrostatisches Feld (Feldstärke, Fluss, 1. Maxwell, Potenzial, Spannung, Multipolentwicklung); Materie in elektrischen Feldern: Leiter, Influenz und Flächenladungen, Kondensatoren, Dielektrika; Energie des E-Feldes
- Elektrischer Strom: Ladungstransport und elektrischer Widerstand (Strom, Stromdichte, Ohm, Kirchhoffsche Regeln, Auf-/Entladen von Kondensatoren); Leitungsmechanismen, T-Abhängigkeit von Widerständen (Metalle, Halbleiter, dotierte Halbleiter, Diode, Transistor, Isolatoren, Phänomen der Supraleitung); Stromerzeugung und Strommessung (Galvanisches Element, Spannungsreihe, Brennstoffzelle, Akku, Thermoelement, Peltier-Effekt, Innenwiderstand)
- Statische Magnetfelder: Magnetische Wirkungen; Magnetfelder stationärer Ströme (gerader Leiter, Spule); Ampèresches Gesetz; magnetischer Fluss, 2. Maxwell; Vektorpotenzial; Magnetfelder beliebiger Stromverteilungen,

		Biot-Savart, Ringstrom, Helmholtz-Spulen; Kräfte auf bewegte Ladungen im Magnetfeld (Lorentz-Kraft, Fadenstrahlrohr, e/m, Hall-Effekt, Definition des Ampère); Relativität von E- und B-Feldern • Materie in Magnetfeldern: Magnetische Dipole (auch atomar); Magnetisierung und magnetische Suszeptibilität, Para-, Dia- und Ferromagnetismus (Hysterese, Curie-Temperatur), Antiferro- und Ferrimagnete; Feldgleichungen in Materie, Felder an Grenzflächen, Elektromagnet • Zeitlich veränderliche Felder: Faradaysches Induktionsgesetz; 3. Maxwell; Induktionsphänomene, Selbstinduktion; Energie des magnetischen Feldes; Verschiebungsstrom, 4. Maxwell; Wechselspannung und Wechselstrom (Wechselstromkreise, Generator, Elektromotor, Transformator) • Elektromagnetische Schwingungen und Wellen: Schwingkreise; Hertzscher Dipol (offene Schwingkreise, Dipol-Strahlungsfeld, elektromagnetische Strahlungsquellen); Elektromagnetische Wellen im Vakuum (Wellengleichung, elektromagnetisches Frequenzspektrum); Polarisation; Energie- und Impulstransport, Poynting-Vektor; elektromagnetische Wellen in Resonatoren und Hohlleitern; elektromagnetische Wellen in Materie
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erläutern und erklären die experimentellen Grundlagen und die quantitativ-mathematische Beschreibung mechanischer Vorgänge, der Wärmelehre und elektromagnetischen Phänomene gemäß den detaillierten Themen im Inhaltsverzeichnis • wenden die physikalischen Gesetze und jeweiligen mathematischen Methoden auf konkrete Problemstellungen an
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Astronomie Bachelor of Science Mathematik 20261 Nebenfach Physik (experimentell) Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten) Pro Semester des zweisemestrigen Zyklus sind 120 Semesterwochenstunden (SWS) Präsenzzeit und 105 Stunden Eigenstudium veranschlagt. Die Präsenzzeit beinhaltet Vorlesung, Tutorien und unbenotete Praktikumsleistung.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)

		Die Note für das Modul wird grundsätzlich durch die Klausur am Ende des zweisemestrigen Zyklus bestimmt. Die Klausur dauert 120 min. Am Ende des ersten Semesters wird eine freiwillige Zwischenklausur angeboten. Wird in dieser Zwischenklausur eine Note von 4,0 oder besser erreicht, wird ein Bonus von 0,3 bzw. 0,4 auf die Gesamtnote des Moduls gewährt. Bei einer Note von 2,0 oder besser in der Zwischenklausur wird ein Bonus von 0,6 bzw. 0,7 Notenpunkten für die Gesamtnote des Moduls gewährt.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 240 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	**Allgemeine Lehrbuchreihe zur Experimentalphysik:** • Wolfgang Demtröder, Experimentalphysik 1: Mechanik und Wärme, Springer (2015) • Wolfgang Demtröder, Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik, Springer (2017) **Speziell für Lehramtsstudierende mit didaktischen Hinweisen zur Schulphysik:** • Rainer Müller, Physik für Lehramtsstudierende: Mechanik, de Gruyter Studium (2020) • Roger Erb, Physik für Lehramtsstudierende: Elektrizität und Magnetismus, de Gruyter Studium (2021) • Jan-Peter Meyn, Physik für Lehramtsstudierende: Wärme und Energie, de Gruyter Studium (2020)

1	**Modulbezeichnung** 66070	**Grundpraktikum 1** Introductory laboratory course 1	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Jürgen Hößl
5	**Inhalt**	• Grundlagen des Experimentierens • Typische Geräte und Messmethoden aus den Bereichen Mechanik, Wärme, Elektrizität, Magnetismus, Elektronik, Optik • Protokollieren von Messungen • Beschreibung von Versuchsaufbauten und Versuchsabläufen, Analyse von Messdaten, Interpretation von Messergebnissen • Fehlerrechnung und statistische Methoden der Datenanalyse: statistische und systematische Fehler, Wahrscheinlichkeitsdichten, Kovarianz-Matrix, Hypothesentests
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • führen Messungen mit Messgeräten typisch für Physiklabore durch • werten Messungen aus und stellen Fehleranalysen auf • bewerten und hinterfragen die Messergebnisse • führen ein Protokoll und präsentieren die Ergebnisse • arbeiten in kleinen Teams zusammen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Physik (experimentell) Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung Praktikumsleistung Zu jedem Versuch wird ein Protokoll erstellt (ca. 10 - 20 Seiten) in dem die Beschreibung von Versuchsaufbauten und Versuchsabläufen, Analyse von Messdaten, und die Interpretation von Messergebnissen stehen.
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Wiederholung der Prüfungen**	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h

15	**Dauer des Moduls**	1 Semester
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
17	**Literaturhinweise**	Vorbereitende Literatur wird zu jedem Versuch angegeben.

Vertiefungsmodule

1	**Modulbezeichnung** 48311	**Modern Optics 1: Advanced Optics** Modern optics 1: Advanced optics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Modern Optics 1: Advanced Optics (Excercise class) (2 SWS) Vorlesung: Modern Optics 1: Advanced Optics (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Stephan Götzinger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Stephan Götzinger
5	**Inhalt**	Scalar wave optics: Maxwell equations, solutions to the wave equation, interference effects; Fourier optics: propagation in free space, through aperture and lenses, Fourier transformation in the far field; Vectorial wave optics: Maxwell equation and solution of the vectorial fields: Gaussian laser beam (fundamental and higher order modes), focusing of vector fields in free space, vector fields with optical angular momentum; Optics in waveguides: geometrical approach and Maxwell equation with boundary conditions, transverse modes, cutoff for planar waveguide, optical fibers, tapers, couplers; Whispering gallery mode resonators: modal description, applications.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students will get exposed to more advanced optical topics ranging from thin periodic layers, optical cavities and waveguides to optical fibers, plasmonics, metamaterials, angular momentum of light and modern microscopy techniques. They will also apply newly introduced methods to specific examples.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) PL: Oral examination 30 min.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Christopher Foot: Atomic physics Saleh Teich: Fundamentals of Photonics

		Mark Fox: Quantum Optics: an introduction

1	**Modulbezeichnung** 66120	**Experimentalphysik 3: Optik und Quanteneffekte** Experimental physics 3: Optics and quantum effects	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Experimentalphysik 3 für Physik-Studierende: Optik und Quantenphänomene (4 SWS) Übung: Übungen zu Experimentalphysik 3 für Physik-Studierende: Optik und Quantenphänomene (2 SWS)	7,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Christoph Marquardt	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Vojislav Krstic
5	**Inhalt**	**Optik und Quantenphänomene** • Licht als Welle: Belege für die Wellennatur des Lichts, Herleitung der Wellengleichung aus den Maxwell-Gleichungen, Lösungen in Form von ebenen Wellen, Kugelwellen, monochromatische Felder • Licht und Materie: Einzelstreuer (getriebener Dipol, Lichtstreuung), Feldausbreitung im homogenen Material, Polarisation und Stromdichte, modifizierte Maxwell-Gleichungen, modifizierte Wellengleichung, Stetigkeitsbedingungen an Grenzflächen, Brechungsgesetz, Fresnelformeln, Brewsterwinkel, Totalreflexion, frustrierte Totalreflexion und Tunneleffekt bei Licht, Polarisation des Materials (Suszeptibilität, Dispersion) • Geometrische Optik: Strahlenoptik, Matrizenoptik (Prinzip, Anwendung auf Linsen, Abbildungen), Hauptebenen, Abbildungsfehler (chromatische Aberrationen, Fehler für monochromatische Wellen), optische Resonatoren • Beugung und Interferenz: Ausbreitungsgleichung unter Randbedingungen, Huygenssches Prinzip, Fraunhoferbeugung (Entstehung des Beugungsbildes, Beugungsbilder, Grenzen), Mikroskope, Teleskope, Auflösungsgrenzen, Abbildungstechniken, das Auge. Polarisation elektromagnetischer Felder, Ebene Wellen im homogenen Material, Polarisationsformen von Licht, Polarisationsphänomene im durchstrahlten Material, Doppelbrechung, polarisierende Elemente • Grundlegende Experimente zu Quantenphänomenen: Teilchencharakter des Lichts, äußerer lichtelektrischer Effekt (Photoeffekt), Hohlraumstrahlung nach Planck, Compton-Effekt, Wellencharakter von Teilchen (Elektronenbeugung, Streuung im Kristall), Konsequenzen der Wellennatur des Elektrons • Grundgleichungen der Quantenmechanik: Schrödinger-Gleichung, zeitunabhängige Schrödinger-Gleichung, Interpretation der quantenmechanischen Wellenfunktion, Kastenpotenzial, Tunneleffekt mit Materiewellen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erläutern und erklären die experimentellen Grundlagen und die quantitativ-mathematische Beschreibung der Optik und

		von Quantenphänomenen gemäß den detaillierten Themen im Inhaltsverzeichnis • wenden die physikalischen Gesetze und jeweiligen mathematischen Methoden auf konkrete Problemstellungen an
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Bachelor of Science Mathematik 20261 Mündliche Prüfung (30 min).
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) 100% mündliche Prüfung
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik, W. Demtröder, Springer

1	**Modulbezeichnung** 66130	**Grundpraktikum 2** Introductory laboratory course 2	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Physikalisches Experimentieren B für Physikstudierende: Projektpraktikum (8 SWS) Praktikum: Physikalisches Experimentieren B für Physikstudierende: Aufbaupraktikum (8 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Markus Sondermann Prof. Dr. Vojislav Krstic Prof. Dr. Claudio Kopper Prof. Dr. Stefan Funk Prof. Dr. Christopher van Eldik Dr. Jürgen Hößl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Vojislav Krstic Dr. Markus Sondermann
5	**Inhalt**	**Wahlmöglichkeit Aufbaupraktikum:** • Durchführung und Auswertung von Versuchen zur Bestimmung von Physikalischen Konstanten und Untersuchung von Quantenphänomenen • Grundlagen des Experimentierens, Umgang mit typischen Geräten • Protokollierung von Messungen • Analyse von Messdaten, Interpretation von Messergebnissen **Wahlmöglichkeit Projektpraktikum:** • Entwerfen, Aufbauen, Durchführen und Auswerten von selbst vorgeschlagenen Versuchen • Grundlagen des Experimentierens, Funktion typischer Geräten • Protokollieren von Messungen • Analyse von Messdaten, Interpretation von Messergebnissen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Wahlmöglichkeit Aufbaupraktikum:** Die Studierenden • führen Messungen an komplizierteren Versuchsaufbauten durch • werten umfangreichere Messdaten aus und stellen Fehleranalysen auf • bewerten und hinterfragen die Messergebnisse • führen ein Protokoll und präsentieren die Ergebnisse • arbeiten in kleinen Teams zusammen **Wahlmöglichkeit Projektpraktikum:** Die Studierenden • planen und realisieren selbst vorgeschlagene Experimente • führen Messungen an kompliziertern Versuchsaufbauten durch • werten umfangreichere Messdaten aus und stellen Fehleranalysen auf • bewerten und hinterfragen die Messergebnisse • führen ein Protokoll und präsentieren die Ergebnisse • arbeiten in kleinen Teams zusammen

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;4;5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Leistungsschein Zur praktischen Durchführung der Versuche sind 8 SWS veranschlagt (insgesamt 120 SWS). Für das Erstellen des schriftlichen Protokolls (ca. 10 - 20 Seiten) einschließlich auftretendem Lesen von Literaturhinweisen sind insgesamt 30 SWS veranschlagt.
11	**Berechnung der Modulnote**	Leistungsschein (bestanden/nicht bestanden) Das Modul ist unbenotet, es ist entweder bestanden oder nicht bestanden. Für beide Wahlmöglichkeiten gilt, dass sämtliche schriftliche Protokolle zu den Versuchen von der Praktikumsleitung als ausreichend in Form und Darlegung und Analyse der Ergenisse bewertet werden.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Ausführliche Literaturhinweise sind in jeder Versuchsbeschreibung angegeben (Aufbaupraktikum) oder werden von der Projektleitung je nach vorgeschlagenem Versuch bereitgestellt (Projektpraktikum).

1	**Modulbezeichnung** 66151	**Experimentalphysik 4: Atom- und Molekülphysik** Experimental physics 4: Atomic and molecular physics	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Experimentalphysik 4: Atom- und Molekülphysik (3 SWS) (SoSe 2026)	7,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Joachim von Zanthier	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Joachim von Zanthier
5	**Inhalt**	• ◦ * Das Elektron* Erzeugung freier Elektronen, Elektronenladung, Elektronenmasse, Elektronenspin (Stern-Gerlach-Versuch), magnetisches Moment, Elektronengröße * Hohlraumstrahlung und Laser* Hohlraumstrahlung nach Einstein, Ratengleichungen, spontane und stimulierte Emission, Laserprinzip * Entwicklung der Quantenmechanik* Materiewellen, Wellenpakete, Heisenbergsche Unschärferelation, Quantenstruktur der Atome (Bohrsches Atommodell, Franck-Hertz-Versuch, Stabilität von Atomen), Was unterscheidet die Quantenphysik von der klassischen Physik * Grundlagen der Quantenmechanik* Schrödinger-Gleichung, Erwartungswerte, Operatoren und Eigenwerte, mehrdimensionale Probleme, der Drehimpuls in der Quantenmechanik, stationäre Störungstheorie * Das Wasserstoffatom* Elektron im Zentralpotential (Coulombfeld), Berücksichtigung des Elektronenspins, Feinstruktur, Hyperfeinstruktur, Lambverschiebung, vollständige Beschreibung des Wasserstoffatoms, spektroskopische Notation, Auswahlregeln * Atome in äußeren Feldern* Atome im Magnetfeld (Zeeman-Effekt). * Mehrelektronenatome* Das Helium-Atom (Singulett- und Triplett-Zustände), Pauliprinzip, Symmetrien, Aufbau größerer Atome, Hundsche Regeln, Periodensystem der Elemente * Moleküle* Das Wasserstoff-Molekülion H_2_^+^ , das Wasserstoff-Molekül H_2_, Ursachen der Molekülbindung, Molekülorbitale, LCAO-Näherung, spektroskopische Notation, Rotation
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erläutern und erklären die experimentellen Grundlagen und die quantitativ-mathematische Beschreibung der Atom- und Molekülphysik gemäß den detaillierten Themen im Inhaltsverzeichnis • wenden die physikalischen Gesetze und jeweiligen mathematischen Methoden auf konkrete Problemstellungen an
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;6

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 30 Minuten.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Wiederholung der Prüfungen**	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 150 h
15	**Dauer des Moduls**	1 Semester
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
17	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 66161	**Physikalisches Experimentieren 1: Elektronikpraktikum** Laboratory course in physics 1: Electronics	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Physikalisches Experimentieren A: Vorlesung zum Elektronikpraktikum (1 SWS) Praktikum: Physikalisches Experimentieren A: Elektronikpraktikum (7 SWS)	- 10 ECTS
3	Lehrende	Dr. Michael Krieger Prof. Dr. Heiko Weber	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Michael Krieger Prof. Dr. Heiko Weber
5	**Inhalt**	• Grundlagen der Elektronik (einfache Schaltungen, elektronische Bauelemente) • Schaltplanverständnis • Umgang mit elektronischen Labormessgeräten • Verwendung eines elektronischen Laborbuchs • Transistor und Operationsverstärker • Signalfilter, Signalausbreitung • Sensoren, Regelung • Digitalelektronik • Analog-Digital-Wandlung • Microcontroller
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen den Umgang mit Schaltplänen, Steckbrettern und elektronischen Bauelementen • erläutern die Funktionsweise elektronischer Bauelemente • bauen eigene Schaltungen (Schaltplan, Layout) auf • erklären und verwenden integrierte Schaltungen • erläutern die Funktionsweise elektronischer Messgeräte und diskutieren mögliche Fehlerquellen • wenden moderne elektronische Messgeräte an • erfassen Messwerte mit PC-Unterstützung • dokumentieren Experimente im elektronischen Laborbuch • arbeiten selbständig in Teams • werten Messungen aus und bewerten die Messergebnisse • präsentieren die Ergebnisse mittels moderner Medien
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Bachelor of Science Mathematik 20261 B.Sc. Physik (Pflichtmodul 4. Semester) B.Sc. Mathematik (Wahlmodul)

		Lehramt Gymnasium Physik (Wahlmodul mit Einbringung im Wahlpflichtbereich)
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich Präsentation • Insgesamt ist die Präsenzzeit 120 Std. (1 SWS Vorlesung, 7 SWS Praktikum). • Die Eigenstudienzeit beträgt 180 Std. • Praktikumsleistung (benotet) • Präsentation (benotet) Die Praktikumsleistung setzt sich zusammen aus den online abgegebenen Präsentationen (je ca. 30 Folien) über die Auswertung von 8 vorgegebenen Praktikumsexperimenten. Die Präsentation ist ein mündlicher Vortrag über einen vorgegebenen Teil Präsentation über die Auswertung eines Praktikumsexperiments. Die Vortragsdauer je Studierendem einer Praktikumsgruppe (i.d.R. 2er-Gruppen) beträgt ca. 7,5 min zzgl. ca. 5 min Fragen und Diskussion.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (50%) Präsentation (50%) Praktikumsleistung (50%) Präsentation (50%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester Sommersemester: semesterbegleitendes Praktikum Wintersemester: Blockpraktikum in der vorlesungsfreien Zeit
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Literatur zum Kurs und zu den jeweiligen Versuchen wird im zugehörigen StudOn-Kurs angegeben.

1	**Modulbezeichnung** 353947	**Detektoren für Teilchen und Strahlung 2** Detectors for particles and radiation 2	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Albert Lehmann
5	**Inhalt**	Die Vorlesung ist die Fortsetzung von "Detektoren fuer Teilchen und Strahlung" im Wintersemester und richtet sich an Studierende mit Interesse an der Physik von Detektoren. Es werden folgende Detektortypen behandelt: Halbleiterdetektoren, Szintillationsdetektoren, Kalorimeter, Detektoren zur Teilchen-Identifikation sowie grosse Detektorsysteme. Die Vorlesung setzt den Besuch des ersten Teiles nicht voraus. Die Sprache wird zu Vorlesungsbeginn vom Dozierenden festgelegt
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erläutern die wesentliche Inhalte der Vorlesung • wenden die Methoden auf konkrete Beispiele an
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Bachelor of Science Mathematik 20261 May be applied to specialisation 'Astrophysics and astroparticle physics' in the physics master program.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Die Dauer der Klausur beträgt 90 Minuten.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 582360	**Modern Optics 2: Nonlinear Optics** Nonlinear optics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nicolas Joly
5	**Inhalt**	**Contents:** • Linear properties of materials. • Origin of the nonlinear susceptibility. • Importance of phase-matching. • Second harmonic generation, derivation of the set of coupled equations. • Importance of the initial phase and case of seeding second harmonic generation. Use of birefringence to achieve phase-matching. • Electro-optic effects. • Nonlinear process in relation to third order nonlinearity. • Modulation instability, soliton formation, perturbations of soliton, and supercontinuum generation. • Application: nonlinear optics in photonic crystal fibers.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students will be able • to derive the equations yielding the conversion efficiency of a nonlinear process based on either chi-2 or chi-3 material • to properly choose the right type of material for the best conversion efficiency in case of second-harmonic, sum-frequency or different frequency • to calculate the phase-matching condition that yields efficient nonlinear effect either using a crystal or an optical fibre • to design a parametric amplifier, phase-sensitive or phase insensitive; • to use nonlinear optical effects for the frequency conversion.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Paul Mandel : Nonlinear Optics (Wiley-VCH 2010) Robert Boyd: Nonlinear Optics (Academic Press, 2008) Geoffrey New: Introduction to nonlinear optics (Cambridge University Press, 2011)

1	**Modulbezeichnung** 668977	**Machine Learning for Physicists** Machine learning for physicists	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Florian Marquardt
5	**Inhalt**	This is a course introducing modern techniques of machine learning, especially deep neural networks, to an audience of physicists. Neural networks can be trained to perform diverse challenging tasks, including image recognition and natural language processing, just by training them on many examples. Neural networks have recently achieved spectacular successes, with their performance often surpassing humans. They are now also being considered more and more for applications in physics, ranging from predictions of material properties to analyzing phase transitions. We will cover the basics of neural networks, convolutional networks, autoencoders, restricted Boltzmann machines, and recurrent neural networks, as well as the recently emerging applications in physics. Prerequisites: almost none, except for matrix multiplication and the chain rule.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• explain the relevant topics of the lecture • apply methods to specific examples
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul Bachelor of Science Mathematik 20261 Vertiefungsmodule Bachelor of Science Mathematik 20261 May be applied to specialisation 'Astrophysics and astroparticle physics' in the physics master program.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	https://pad.gwdg.de/s/Machine_Learning_For_Physicists_2023

1	**Modulbezeichnung** 66100	**Theoretische Physik 1: Mechanik** Theoretical physics 1: Mechanics	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Theoretische Physik 1: Mechanik (SoSe 2026) Übung: Übungen zu Theoretische Physik 1: Mechanik (SoSe 2026)	10 ECTS -
3	Lehrende	PD Dr. Michael Schmiedeberg	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Hartmann
5	**Inhalt**	• Kinematik und Dynamik von Massenpunkten: Koordinatensysteme, Inertialsysteme, Galilei Transformationen, Bahnkurven, Kraft, Arbeit, kinetische Energie, Potentiale, Newtonsche Gesetze • Mehrteilchensysteme: Schwerpunkt, Drehimpuls und Drehmoment, Zweikörpersysteme, Relativbewegung, Keplerproblem • Schwingungen und Oszillatoren: Harmonischer Oszillator, Gedämpfte Schwingung, Erzwungene Schwingun • Bewegung starrer Körper: Definition starrer Körper, Kinetische Energie und Trägheitstensor, Kreisel • Lagrange-Formalismus: Variationsprinzipien, Euler-Lagrange-Gleichung, Zwangsbedingungen, Symmetrien, Zyklische Koordinaten Noether-Theorem • Hamilton-Formalismus: Legendre-Transformation, Phasenraum, Hamilton-Funktion, kanonische Gleichungen. Poisson-Klammern, kanonische Transformationen, Erhaltungssätze
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden · erklären die grundlegenden Konzepte und Gesetzeder klassischen Mechanik auf Basis einer mathematisch konsistentenFormulierung, · analysieren mechanische Systeme vonMassenpunkten und starren Körpern mithilfe von Erhaltungsgrößen undSymmetrieargumenten, · wenden den Lagrange- und Hamilton-Formalismuszur systematischen Beschreibung und Lösung mechanischer Probleme an, · strukturieren physikalische Fragestellungenmathematisch, leiten Bewegungsgleichungen her und lösen diese eigenständig, entwickeln die Fähigkeit, abstrakte theoretischeModelle auf konkrete physikalische Systeme zu übertragen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Physik (theoretisch) Bachelor of Science Mathematik 20261 Vertiefungsmodule Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten) Klausur 120 min
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Note für das Modul wird grundsätzlich durch die Klausur bestimmt. Es gibt wöchentliche Übungsblätter. Die Lösung der ersten Aufgabe des jeweiligen Übungsblatts kann jede Woche freiwillig schriftlich zur Korrektur eingereicht werden, wobei für den Notenbonus nur alleine und eigenständig verfasste Lösungen berücksichtigt werden. Studierende, die mindestens 50% der im Semester insgesamt erreichbaren Punkte für ihre Lösungen erhalten, erhalten einen Notenbonus von 0,3 oder 0,4 Punkten auf ihre Klausurnote. Ein zweiter Notenbonus von 0,3 oder 0,4 Punkten kann unabhängig vom ersten Bonus durch die Präsentation von Lösungen zu mindestens drei Aufgaben von verschiedenen Übungsblättern in den Übungsgruppen erzielt werden.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	- L. D. Landau, E. M. Lifshitz, Mechanik, Course of Theoretical Physics, Vol. 1, Elsevier. - W. Nolting, Theoretische Physik 1: Klassische Mechanik, Springer. - F. Schwabl, Mechanik, Springer-Lehrbuch.

Nebenfach Physik (theoretisch)

1	**Modulbezeichnung** 66065	**Experimentalphysik 1: Mechanik** Experimental physics 1: Mechanics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Experimentalphysik 1 für Physikstudierende: Mechanik (5 SWS)	7,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Norbert Lindlein	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Joachim von Zanthier
5	**Inhalt**	*Erwartete Vorkenntnisse:* Physik am Gymnasium *Inhaltsverzeichnis:* • Mechanik von Massepunkten: Kinematik, Newtonsche Dynamik, Energie- und Impulserhaltung • Bewegte Bezugssysteme • Systeme von Massenpunkten, Stöße • Mechanik starrer Körper • Mechanik von Gasen • Verformungen und Strömungen • Mechanische Schwingungen und Wellen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erläutern und erklären die experimentellen Grundlagen und die quantitativ-mathematische Beschreibung mechanischer Vorgänge gemäß den detaillierten Themen im Inhaltsverzeichnis • wenden die physikalischen Gesetze und jeweiligen mathematischen Methoden auf konkrete Problemstellungen an
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Physik (theoretisch) Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 70 h Eigenstudium: 80 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 66100	**Theoretische Physik 1: Mechanik** Theoretical physics 1: Mechanics	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Theoretische Physik 1: Mechanik (SoSe 2026) Übung: Übungen zu Theoretische Physik 1: Mechanik (SoSe 2026)	10 ECTS -
3	Lehrende	PD Dr. Michael Schmiedeberg	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Hartmann
5	**Inhalt**	• Kinematik und Dynamik von Massenpunkten: Koordinatensysteme, Inertialsysteme, Galilei Transformationen, Bahnkurven, Kraft, Arbeit, kinetische Energie, Potentiale, Newtonsche Gesetze • Mehrteilchensysteme: Schwerpunkt, Drehimpuls und Drehmoment, Zweikörpersysteme, Relativbewegung, Keplerproblem • Schwingungen und Oszillatoren: Harmonischer Oszillator, Gedämpfte Schwingung, Erzwungene Schwingun • Bewegung starrer Körper: Definition starrer Körper, Kinetische Energie und Trägheitstensor, Kreisel • Lagrange-Formalismus: Variationsprinzipien, Euler-Lagrange-Gleichung, Zwangsbedingungen, Symmetrien, Zyklische Koordinaten Noether-Theorem • Hamilton-Formalismus: Legendre-Transformation, Phasenraum, Hamilton-Funktion, kanonische Gleichungen. Poisson-Klammern, kanonische Transformationen, Erhaltungssätze
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden · erklären die grundlegenden Konzepte und Gesetzeder klassischen Mechanik auf Basis einer mathematisch konsistentenFormulierung, · analysieren mechanische Systeme vonMassenpunkten und starren Körpern mithilfe von Erhaltungsgrößen undSymmetrieargumenten, · wenden den Lagrange- und Hamilton-Formalismuszur systematischen Beschreibung und Lösung mechanischer Probleme an, · strukturieren physikalische Fragestellungenmathematisch, leiten Bewegungsgleichungen her und lösen diese eigenständig, entwickeln die Fähigkeit, abstrakte theoretischeModelle auf konkrete physikalische Systeme zu übertragen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Physik (theoretisch) Bachelor of Science Mathematik 20261 Vertiefungsmodule Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten) Klausur 120 min
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Note für das Modul wird grundsätzlich durch die Klausur bestimmt. Es gibt wöchentliche Übungsblätter. Die Lösung der ersten Aufgabe des jeweiligen Übungsblatts kann jede Woche freiwillig schriftlich zur Korrektur eingereicht werden, wobei für den Notenbonus nur alleine und eigenständig verfasste Lösungen berücksichtigt werden. Studierende, die mindestens 50% der im Semester insgesamt erreichbaren Punkte für ihre Lösungen erhalten, erhalten einen Notenbonus von 0,3 oder 0,4 Punkten auf ihre Klausurnote. Ein zweiter Notenbonus von 0,3 oder 0,4 Punkten kann unabhängig vom ersten Bonus durch die Präsentation von Lösungen zu mindestens drei Aufgaben von verschiedenen Übungsblättern in den Übungsgruppen erzielt werden.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	- L. D. Landau, E. M. Lifshitz, Mechanik, Course of Theoretical Physics, Vol. 1, Elsevier. - W. Nolting, Theoretische Physik 1: Klassische Mechanik, Springer. - F. Schwabl, Mechanik, Springer-Lehrbuch.

1	**Modulbezeichnung** 66190	**Theoretische Physik 3: Quantenmechanik** Theoretical physics 3: Quantum mechanics	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Theoretische Physik 3: Quantenmechanik (4 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übungen zu Theoretische Physik 3: Quantenmechanik (3 SWS) (SoSe 2026)	10 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Kai Phillip Schmidt	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hanno Sahlmann
5	**Inhalt**	· Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik:Hilberträume, lineare Operatoren, Eigenwerte und Eigenfunktionen,selbstadjungierte Operatoren · Grundlagen der Quantenmechanik: Zustände,Observablen, Messpostulate, Wahrscheinlichkeitsinterpretation,Unschärferelation · Schrödinger-Gleichung: zeitabhängige undzeitunabhängige Form, stationäre Zustände, freies Teilchen, eindimensionalePotentiale · Harmonischer Oszillator: algebraische Lösung,Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren, Spektrum und Eigenzustände · Drehimpuls und Spin: Drehimpulsoperatoren,Eigenwerte und Eigenzustände, Spin-½-Systeme · Wasserstoffatom: gebundene Zustände,Eigenfunktionen, Energiespektrum und Orbitale
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden · erläutern die grundlegenden Konzepte undPostulate der Quantenmechanik auf mathematisch konsistenter Grundlage, · wenden die formale Struktur der Quantenmechanik(Operatoren, Eigenwertprobleme, Hilbertraum) zur Analyse physikalischer Systemean, · lösen einfache quantenmechanische Problemeanalytisch, insbesondere für Standardmodelle wie harmonischen Oszillator undWasserstoffatom, · interpretieren quantenmechanische Messergebnisseim Rahmen der statistischen Deutung, · entwickeln die Fähigkeit, abstraktequantenmechanische Modelle auf konkrete physikalische Fragestellungen zuübertragen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Physik (theoretisch) Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten) Klausur 120 min
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Klausur (100%) Über einen Notenbonus von maximal bis zu 0,6bzw. 0,7 Notenpunkten aufgrund einer erfolgreichen Übungsteilnahme informierendie Dozierenden bei den semesterabhängigen Informationen zu den Tutorien.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Franz Schwabl Titel: Quantenmechanik (QM I): Eine Einführung Verlag: Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg Wolfgang Nolting Titel: Grundkurs Theoretische Physik 5/1: Quantenmechanik – Grundlagen

		Verlag: Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu, Franck Laloë Titel: Quantenmechanik, Band 1 Verlag: Walter de Gruyter, Berlin Walter Greiner Titel: Theoretische Physik, Band 4: Quantenmechanik – Eine Einführung Verlag: Verlag Harri Deutsch, Frankfurt am Main

Vertiefungsmodul

1	**Modulbezeichnung** 66121	**Experimentalphysik 3 + 4: Optik und Quanteneffekte / Atom- und Molekülphysik** Experimental physics 3 + 4: Optics and quantum effects / atomic and molecular physics	**15 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Experimentalphysik 4: Atom- und Molekülphysik (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Experimentalphysik 3 für Physik-Studierende: Optik und Quantenphänomene (4 SWS) (WiSe 2026) Übung: Übungen zu Experimentalphysik 3 für Physik-Studierende: Optik und Quantenphänomene (2 SWS) (WiSe 2026) Übung: Übungen zur Experimentalphysik 4: Atom- und Molekülphysik (2 SWS) (SoSe 2026)	7,5 ECTS 7,5 ECTS - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Joachim von Zanthier Prof. Dr. Christoph Marquardt Prof. Dr. Christopher Eichler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Vojislav Krstic
5	**Inhalt**	**Optik und Quantenphänomene** • Licht als Welle: Belege für die Wellennatur des Lichts, Herleitung der Wellengleichung aus den Maxwell-Gleichungen, Lösungen in Form von ebenen Wellen, Kugelwellen, monochromatische Felder • Licht und Materie: Einzelstreuer (getriebener Dipol, Lichtstreuung), Feldausbreitung im homogenen Material, Polarisation und Stromdichte, modifizierte Maxwell-Gleichungen, modifizierte Wellengleichung, Stetigkeitsbedingungen an Grenzflächen, Brechungsgesetz, Fresnelformeln, Brewsterwinkel, Totalreflexion, frustrierte Totalreflexion und Tunneleffekt bei Licht, Polarisation des Materials (Suszeptibilität, Dispersion) • Geometrische Optik: Strahlenoptik, Matrizenoptik (Prinzip, Anwendung auf Linsen, Abbildungen), Hauptebenen, Abbildungsfehler (chromatische Aberrationen, Fehler für monochromatische Wellen), optische Resonatoren • Beugung und Interferenz: Ausbreitungsgleichung unter Randbedingungen, Huygenssches Prinzip, Fraunhoferbeugung (Entstehung des Beugungsbildes, Beugungsbilder, Grenzen), Mikroskope, Teleskope, Auflösungsgrenzen, Abbildungstechniken, das Auge. Polarisation elektromagnetischer Felder, Ebene Wellen im homogenen Material, Polarisationsformen von Licht, Polarisationsphänomene im durchstrahlten Material, Doppelbrechung, polarisierende Elemente • Grundlegende Experimente zu Quantenphänomenen: Teilchencharakter des Lichts, äußerer lichtelektrischer Effekt (Photoeffekt), Hohlraumstrahlung

		nach Planck, Compton-Effekt, Wellencharakter von Teilchen (Elektronenbeugung, Streuung im Kristall), Konsequenzen der Wellennatur des Elektrons • Grundgleichungen der Quantenmechanik: Schrödinger-Gleichung, zeitunabhängige Schrödinger-Gleichung, Interpretation der quantenmechanischen Wellenfunktion, Kastenpotenzial, Tunneleffekt mit Materiewellen **Atom- und Molekülphysik:** • Einführung: Hinweise auf die Existenz von Atomen, Atomgröße, Atommasse, Energieskalen im Atom, Überblick der Wechselwirkungen, innere Struktur der Atome (Thomsonmodell, Rutherfordmodell, Kernradius), kann man Atome sehen? • Das Elektron: Erzeugung freier Elektronen, Elektronenladung, Elektronenmasse, Elektronenspin (Stern-Gerlach-Versuch), magnetisches Moment, Elektronengröße • Hohlraumstrahlung und Laser: Hohlraumstrahlung nach Einstein, Ratengleichungen, spontane und stimulierte Emission, Laserprinzip • Entwicklung der Quantenmechanik: Materiewellen, Wellenpakete, Heisenbergsche Unschärferelation, Quantenstruktur der Atome (Bohrsches Atommodell, Franck-Hertz-Versuch, Stabilität von Atomen), Was unterscheidet die Quantenphysik von der klassischen Physik? • Grundlagen der Quantenmechanik: Schrödinger-Gleichung, Erwartungswerte, Operatoren und Eigenwerte, mehrdimensionale Probleme, der Drehimpuls in der Quantenmechanik, stationäre Störungstheorie • Das Wasserstoffatom: Elektron im Zentralpotential (Coulombfeld), Berücksichtigung des Elektronenspins, Feinstruktur, Hyperfeinstruktur, Lambverschiebung, vollständige Beschreibung des Wasserstoffatoms, spektroskopische Notation, Auswahlregeln • Atome in äußeren Feldern: Atome im Magnetfeld (Zeeman-Effekt) • Mehrelektronenatome: Das Helium-Atom (Singulett- und Triplett-Zustände), Pauliprinzip, Symmetrien, Aufbau größerer Atome, Hundsche Regeln, Periodensystem der Elemente • Moleküle: Das Wasserstoff-Molekülion H2+ , das Wasserstoff-Molekül H2, Ursachen der Molekülbindung, Molekülorbitale, LCAO-Näherung, spektroskopische Notation, Rotation
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erläutern und erklären die experimentellen Grundlagen und die quantitativ-mathematische Beschreibung der Optik, von Quantenphänomenen sowie der Atom- und Molekülphysik gemäß den detaillierten Themen im Inhaltsverzeichnis • wenden die physikalischen Gesetze und jeweiligen mathematischen Methoden auf konkrete Problemstellungen an

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Der zweisemestrige Zyklus schließt mit einer mündlichen Prüfung ab. Der Teil Optik und Quantenphänomene enthält Vorlesung und Übungen (4+2 SWS Präsenzzeit), der Teil Atom- und Molekülphysik enthält Vorlesungen und Übungen (3+2 SWS Präsenzzeit)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) 100 % mündliche Prüfung.
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 165 h Eigenstudium: 285 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Experimentalphysik 3: Atome, Moleküle und Festkörper, W. Demtröder, Springer • Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik, W. Demtröder, Springer

1	**Modulbezeichnung** 668977	**Machine Learning for Physicists** Machine learning for physicists	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Florian Marquardt
5	**Inhalt**	This is a course introducing modern techniques of machine learning, especially deep neural networks, to an audience of physicists. Neural networks can be trained to perform diverse challenging tasks, including image recognition and natural language processing, just by training them on many examples. Neural networks have recently achieved spectacular successes, with their performance often surpassing humans. They are now also being considered more and more for applications in physics, ranging from predictions of material properties to analyzing phase transitions. We will cover the basics of neural networks, convolutional networks, autoencoders, restricted Boltzmann machines, and recurrent neural networks, as well as the recently emerging applications in physics. Prerequisites: almost none, except for matrix multiplication and the chain rule.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• explain the relevant topics of the lecture • apply methods to specific examples
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul Bachelor of Science Mathematik 20261 Vertiefungsmodule Bachelor of Science Mathematik 20261 May be applied to specialisation 'Astrophysics and astroparticle physics' in the physics master program.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	https://pad.gwdg.de/s/Machine_Learning_For_Physicists_2023

1	**Modulbezeichnung** 48201	**Complex Systems I** Complex systems I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Complex Systems 1: Critical phenomena, networks, evolutionary dynamics, reaction systems (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Claus Metzner	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Claus Metzner
5	**Inhalt**	Power laws, phase transitions, Ising model, percolation, selforganized criticality, graphs, regular and random networks, real world networks, Barabasi-Albert model, Watts-Strogatz model, applied network theory, optimization, fitness landscapes, Monte-Carlo and simulated annealing, evolutionary optimization, evolution dynamics, genetic drift, discrete optimization, genetic programming, reaction processes, rate equations, Michaelis-Menton kinetics, covalent modification cycles, ultra-sensitivity, hysteresis, chemical oscillators, signal networks in cells, chemotaxis of E. Coli, cybernetics, control loops, entropy and information, reaction-diffusion systems, Turing mechanism, morphogenesis
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Intuitive understanding of multidisciplinary problems in the field of critical phenomena, networks, evolutionary dynamics, reaction systems; • Understanding of basic theoretical concepts, mathematical and computer simulation methods; • Ability to use the methods and concepts in exercises; • Training of analytical, critical thinking and model building.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Required knowledge: Basics of analysis, differential equations and statistics. No additional coursework required.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig Module is part of a 4 semester cycle. Modules 1-4 of the Complex Systems lecture series can be used independently.
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	Material on the various specific topics is provided during the course.

1	**Modulbezeichnung** 48211	**Complex Systems II** Complex systems II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Claus Metzner
5	**Inhalt**	**Contents** Dynamics of car traffic and passengers, epidemiology, SIR model, city growth, voting dynamics, egoism and cooperation, economy and physics, market equilibrium, El-Farol bar problem, minority games, evolution and innovation, lock-in, stock market fluctuations and modelling, portfolio optimization, phase space dynamics, attractors, time series, dynamical systems theory, chaos theory, quantum chaos.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students are able to: • understand intuitively multidisciplinary problems in the field of Econo/Socio physics, continuum and discrete dynamical systems; • understand intuitively multidisciplinary problems; • understand the basic theoretical concepts, mathematical and computer simulation • methods; • use the methods and concepts in exercises; • apply analytical, critical thinking and model building.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Required knowledge: Basics of analysis, differential equations and statistics. No additional coursework required.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2;1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig Module is part of a 4 semester cycle. Modules 1-4 of the Complex Systems lecture series can be used independently.
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	-

1	**Modulbezeichnung** 48216	**Complex Systems III** Complex systems III	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Complex Systems 3: Self-organization, game theory, discrete dynamical systems (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Claus Metzner	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Claus Metzner
5	**Inhalt**	Synchronization, Kuramoto theory, self-organization, swarm dynamics, stigmergy, synergetics, Bayesian learning, game theory, Nash equilibrium, minimax solution, mixed strategies, imperfect information, evolutionary game theory, prisoner's dilemma, strategies with memory, self-organizing cooperation, cellular automata, coupled map lattices, boolean networks, Kauffman N-K networks.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students are able to: • understand intuitively multidisciplinary problems in the field of Self-organization, game theory, discrete dynamical systems; • understand intuitively multidisciplinary problems in the field of Understanding of basic theoretical concepts, mathematical and computer simulation methods; • use the methods and concepts in exercises apply analytical, critical thinking and model building.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Required knowledge: Basics of analysis, differential equations and statistics. No additional coursework required.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig Module is part of a 4 semester cycle. Modules 1-4 of the Complex Systems lecture series can be used independently.
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	-

1	**Modulbezeichnung** 48217	**Complex Systems IV** Complex systems IV	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Claus Metzner
5	**Inhalt**	Shannon information theory, information processing, central nervous system, human brain, biological neurons, neuron models, perceptrons, pattern recognition, classification, network training, associative memory, Hopfield networks, selforganizing maps, biological neural networks, machine learning approaches, Boltzmann machines, generative stochastic models, contrastive divergence learning, auto-encoders, self-organized feature detectors, deep belief networks, deep learning and physics,convolutional networks, image recognition, computer generated art.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students are able to: • understand intuitively multidisciplinary problems in the field of Information, neurophysics, machine learning; • understand intuitively multidisciplinary problems in the field of Understanding of basic theoretical concepts, mathematical and computer simulation methods; • use the methods and concepts in exercisesapply analytical, critical thinking and model building • apply analytical, critical thinking and model building.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Required knowledge: Basics of analysis, differential equations and statistics. No additional coursework required.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2;1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig Module is part of a 4 semester cycle. Modules 1-4 of the Complex Systems lecture series can be used independently.
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	-

Nebenfach Philosophie

1	**Modulbezeichnung** 75290	**Einführung in die Philosophie** Introduction to philosophy	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Proseminar: Einführung in die Philosophie, Gruppe 1 (2 SWS) Proseminar: Einführung in die Philosophie, Gruppe 2 (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Gerhard Ernst	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Gerhard Ernst
5	**Inhalt**	• Vermittlung von Arbeitstechniken wie Bibliographieren, Exzerpieren, Texte verfassen • Einweisung in die Benutzung der örtlichen Bibliotheken • Vermittlung eines ersten Überblicks in die verschiedenen Teilbereiche der Philosophie • Einführung in den Umgang und das Analysieren philosophischer Texte
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben die Fähigkeit, die Arbeitsmittel und -techniken selbständig zu gebrauchen, die für ihr Philosophiestudium unerlässlich sind • erwerben grundlegende Kenntnisse der philosophischen Begrifflichkeit • lernen Texte auf ihre argumentative Struktur hin zu durchschauen und zu analysieren • gewinnen einen ersten Überblick über die verschiedenen Teilbereich der Philosophie
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Philosophie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Mündliche Prüfung ca. 15 Min.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Literaturhinweise erhalten Sie in der Lehrveranstaltung

1	**Modulbezeichnung** 75300	**Logische Propädeutik** Preparatory course: Logic	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Proseminar: Logisch-philosophische Propädeutik (2 SWS) Proseminar: Tutorium zu Logisch-philosophische Propädeutik (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Stefan Brandt	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dorothea Debus
5	**Inhalt**	Einführung in die formale Logik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben grundlegende Kenntnisse der formalen Logik, insbesondere der Aussagenlogik und Prädikatenlogik • erlernen den Umgang mit logischen Kalkülen, insbesondere das Führen von Beweisen • erwerben die Fähigkeit normalsprachliche Argumente in formalen Sprachen wiederzugeben • erwerben in Grundkenntnisse in der Philosophie der Logik
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Philosophie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Literaturhinweise erhalten Sie in der Lehrveranstaltung

1	**Modulbezeichnung** 75320	**Grundkurs Theoretische Philosophie** Basic course: Theoretical philosophy	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Proseminar: Grundkurs Theoretische Philosophie, Gruppe 1 (2 SWS) (SoSe 2026) Proseminar: Grundkurs Theoretische Philosophie, Gruppe 2 (2 SWS) (SoSe 2026) Proseminar: Tutorium zu Grundkurs Theoretische Philosophie (2 SWS) (SoSe 2026) Proseminar: Tutorium zum Grundkurs Theoretische Philosophie (2 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS 5 ECTS 5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dorothea Debus	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dorothea Debus
5	**Inhalt**	• Vermittlung von Grundkenntnissen in der Erkenntnistheorie, Metaphysik, Philosophie des Geistes und Sprachphilosophie • Einführung in Grundbegriffe der verschiedenen Bereiche der theoretischen Philosophie • Einführung in unterschiedliche system
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben einen Überblick über die verschiedenen Teilbereiche der theoretischen Philosophie, wie Metaphysik, Erkenntnistheorie, Philosophie des Geistes und Sprachphilosophie • erwerben Grundkenntnisse über die philosophiegeschichtliche Entwicklung der verschiedenen Teilbereiche der theoretischen Philosophie • werden in den systematischen Umgang mit und die Analyse von zentralen historischen und zeitgenössischen Texten der Erkenntnistheorie, Metaphysik, Philosophie des Geistes und Sprachphilosophie eingeführt
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Philosophie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Kurze mündliche Präsentation und Essay (ca. 5 Minuten und 5 Seiten), sowie Übungsaufgaben (4-6 Übungsblätter mit Multiple Choice Fragen).
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Literaturhinweise werden in der Lehrveranstaltung gegeben

1	**Modulbezeichnung** 75310	**Grundkurs Praktische Philosophie** Basic course: Practical philosophy	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Grundkurs: Grundkurs Praktische Philosophie, Gruppe 1 (2 SWS) Grundkurs: Grundkurs Praktische Philosophie, Gruppe 2 (2 SWS) Grundkurs: Tutorium zu Grundkurs Praktische Philosophie (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Erasmus Mayr	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Erasmus Mayr
5	**Inhalt**	• Vermittlung fundierter Grundlagen der Ethik • Systematische Diskussion von Termini wie Moral und Ethik, Autonomie, Glück, freier Wille, Gerechtigkeit • Vermittlung der Kenntnis verschiedener in der Geschichte der Philosophie vertretener Ansä
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlangen fundierte Kenntnisse über die Grundlagen und Grundprobleme der Ethik • erwerben Grundkenntnisse über die philosophiegeschichtliche Entwicklung der Ethik • werden in den systematischen Umgang und die Analyse mit zentralen historischen und zeitgenössischen Texten der Ethik eingeführt
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Philosophie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Kurze mündliche Präsentation und Essay (ca. 5 Min. und 5 Seiten) sowie Übungsaufgaben (4-6 Übungsblätter mit Multiple-Choice Fragen).
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Literaturhinweise werden in der Lehrveranstaltung gegeben

1	**Modulbezeichnung** 75350	**Basismodul Theoretische Philosophie** Basic module: Theoretical philosophy	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Proseminar / Mittelseminar: Themen der zeitgenössischen Erkenntnistheorie (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Übung zu "Themen der zeitgenössischen Erkenntnistheorie" (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Wittgenstein: Philosophische Untersuchungen (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Einführung in die Wissenschaftsphilosophie (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Nelson Goodman: The Languages of Art (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Platon, Gorgias (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Übung zu: Klassische Texte in der Philosophie des Geistes (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Klassische Texte in der Philosophie des Geistes (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Übung zu "Self-Consciousness and Objectivity" (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Self-Consciousness and Objectivity (2 SWS)	- - - - - - - - - -
3	Lehrende	Dr. Hannes Worthmann Prof. Dr. Gerhard Ernst Dr. Stefan Brandt Dr. Michael Jungert Dr. Christian Kietzmann PD Dr. Sebastian Odzuck Prof. Dr. Dorothea Debus	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dorothea Debus
5	**Inhalt**	• Erwerb fundierten Grundlagenwissens des betreffenden Teilgebiets der theoretischen Philosophie • Weiterführende systematische Auseinandersetzung mit den für das Teilgebiet zentralen Begriffen • Genaue Diskussion verschiedener in der Geschich
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • machen sich durch die Diskussion der Grundlagen und Grundfragen des jeweiligen Teilbereichs eingehend mit diesen vertraut • erwerben grundlegende Kenntnisse über die Entwicklung des betreffenden Teilgebiets in der Geschichte der Philosophie • erwerben die Fähigkeit komplexe philosophische Inhalte im Seminar zu präsentieren • lernen Hausarbeiten zu schreiben

		• erlernen die Fähigkeit zentrale Texte der Philosophiegeschichte systematisch zu interpretieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorherige Absolvierung der Propädeutiken und des Grundkurses theoretische Philosophie wird empfohlen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Philosophie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Präsentation (ca. 20 min) mit Hausarbeit (ca. 12 Seiten) oder Präsentation mit 3 Essays (je ca. 4 Seiten). Die konkrete Prufungsform wird abhängig vom didaktischen Konzept der konkreten Lehrveranstaltung von der bzw. dem Lehrenden festgelegt und ist abhängig von der Wahl der konkreten Lehrveranstaltung durch die Studierende bzw. den Studierenden.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Literaturhinweise werden in den Lehrveranstaltungen gegeben

1	**Modulbezeichnung** 75340	**Basismodul Praktische Philosophie** Basic module: Practical philosophy	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Proseminar / Mittelseminar: Übung zu: "Hobbes: Leviathan" (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Hobbes: Leviathan (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Jürgen Habermas - Öffentlichkeit, kommunikatives Handeln und Geltung (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Platon: Protagoras (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Platon, Gorgias (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Universalismus (2 SWS)	- - - - - -
3	Lehrende	Konstantin Weber Dr. Thomas Grethlein Prof. Dr. Gerhard Ernst PD Dr. Sebastian Odzuck Dr. Norbert Walz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Erasmus Mayr Prof. Dr. Nico Scarano
5	**Inhalt**	• Erwerb fundierten Grundlagenwissens des betreffenden Teilgebiets der praktischen Philosophie • Weiterführende systematische Auseinandersetzung mit den für das Teilgebiet zentralen Begriffen • Genaue Diskussion verschiedener in der Geschichte
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • machen sich durch die Diskussion der Grundlagen und Grundfragen des jeweiligen Teilbereichs eingehend mit diesem vertraut • erwerben grundlegende Kenntnisse über die Entwicklung des betreffenden Teilgebiets in der Geschichte der Philosophie • erwerben die Fähigkeit komplexe philosophische Inhalte im Seminar zu präsentieren • lernen Hausarbeiten zu schreiben • erlernen die Fähigkeit zentrale Texte der Philosophiegeschichte systematisch zu interpretieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorherige Absolvierung der Propädeutiken und des Grundkurses praktische Philosophie wird empfohlen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Philosophie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Präsentation (ca. 20 min) mit Hausarbeit (ca. 12 Seiten) oder Präsentation mit 3 Essays (je ca. 4 Seiten).

		Die konkrete Prufungsform wird abhängig vom didaktischen Konzept der konkreten Lehrveranstaltung von der bzw. dem Lehrenden festgelegt und ist abhängig von der Wahl der konkreten Lehrveranstaltung durch die Studierende bzw. den Studierenden.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Literaturhinweise werden in den Lehrveranstaltungen gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 75330	**Basismodul Philosophie** Basic module: Philosophy	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Proseminar / Mittelseminar: Themen der zeitgenössischen Erkenntnistheorie (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Übung zu "Themen der zeitgenössischen Erkenntnistheorie" (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Übung zu: "Hobbes: Leviathan" (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Hobbes: Leviathan (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Wittgenstein: Philosophische Untersuchungen (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Einführung in die Wissenschaftsphilosophie (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Jürgen Habermas - Öffentlichkeit, kommunikatives Handeln und Geltung (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Nelson Goodman: The Languages of Art (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Platon: Protagoras (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Platon, Gorgias (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Übung zu: Klassische Texte in der Philosophie des Geistes (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Klassische Texte in der Philosophie des Geistes (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Universalismus (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Übung zu "Self-Consciousness and Objectivity" (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Self-Consciousness and Objectivity (2 SWS)	- - - - - - - - - - - - - - -
3	Lehrende	Dr. Hannes Worthmann Prof. Dr. Gerhard Ernst Konstantin Weber Dr. Stefan Brandt Dr. Michael Jungert Dr. Thomas Grethlein Dr. Christian Kietzmann PD Dr. Sebastian Odzuck Prof. Dr. Dorothea Debus Dr. Norbert Walz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Gerhard Ernst
5	**Inhalt**	• Erwerb fundierten Grundlagenwissens eines Teilbereiches der theoretischen oder praktischen Philosophie

		• Weiterführende systematische Auseinandersetzung mit den für das Teilgebiet zentralen Begriffen • Genaue Diskussion verschiedener in der G
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • machen sich durch die Diskussion der Grundlagen und Grundfragen des jeweiligen Teilbereichs eingehend mit diesem vertraut • erwerben grundlegende Kenntnisse über die Entwicklung des betreffenden Teilgebiets in der Geschichte der Philosophie • erwerben die Fähigkeit komplexe philosophische Inhalte im Seminar zu präsentieren • lernen Hausarbeiten zu schreiben • erwerben im Rahmen des Textseminars die Fähigkeit zentrale Werke der Philosophiegeschichte systematisch zu interpretieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorherige Absolvierung der Propädeutiken und eines der Grundkurse wird empfohlen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Philosophie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation/Hausarbeit Präsentation (ca. 20 min) mit Hausarbeit (ca. 12 Seiten) oder Präsentation mit 3 Essays (je ca. 4 Seiten). Die konkrete Prüfungsform wird abhängig vom didaktischen Konzept der konkreten Lehrveranstaltung von der bzw. dem Lehrenden festgelegt und ist abhaṅgig von der Wahl der konkreten Lehrveranstaltung durch die Studierende bzw. den Studierenden.
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation/Hausarbeit (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Literaturhinweise werden in den Lehrveranstaltungen gegeben

Nebenfach Theologie

1	**Modulbezeichnung** 73653	**Einführung in die Bibel: Neues Testament** Introduction to the Bible: New Testament	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. David du Toit Prof. Dr. Christina Eschner
5	**Inhalt**	• Kenntnis der Schriften des Neuen Testaments und ihres Inhalts • Kenntnis zentraler Elemente der Entstehungsgeschichte der ntl. Schriften
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • besitzen einen fundierten Überblick über Inhalt und Aufbau der Schriften des Neuen Testaments, • besitzen fundierte Kenntnisse über zentrale theologische Aussagen des Neuen Testaments, • unterscheiden die unterschiedlichen historischen Kontexte der ntl. Schriften, • erkennen Wechselwirkungen zwischen theologischen Aussagen und der historischen Entstehungssituation der ntl. Schriften, • arbeiten in Gruppen kooperativ und verantwortlich.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Theologie Bachelor of Science Mathematik 20261 Als Basismodul in dem BA-Studiengang „Kulturgeschichte des Christentums“
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Mündliche Prüfung (15-30 Min.) oder Klausur (60-90 Min.). Die für die jeweilige Veranstaltung gültige Prüfungsform sowie der Prüfungsumfang werden spätestens zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn verbindlich festgelegt und den Studierenden bekannt gegeben.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Die Note ergibt sich aus der Note der mdl. Prüfung oder der Klausur.
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird in der Regel durch den jeweiligen Dozenten/die jeweilige Dozentin mit der Ankündigung der Lehrveranstaltung in Campo angegeben.

1	**Modulbezeichnung** 73654	**Neues Testament** New Testament	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in das Neue Testament (2 SWS) (SoSe 2027) Vorlesung: Anfänge des Christentums (2 SWS) (WiSe 2026) Vorlesung: Das Markusevangelium (2 SWS) (SoSe 2027) Hauptseminar: Gleichnisauslegung anhand der Gleichnisse und Bildworte des Markusevangeliums (2 SWS) (WiSe 2026) Hauptseminar: Streit- und Lehrgespräche im Mk-Ev (2 SWS) (SoSe 2027) Übung: Übung Neues Testament (2 SWS) (SoSe 2027) Seminar: Zentrale Schriften des antiken Judentums und ihre Bedeutung für das entstehende Christentum (2 SWS) (SoSe 2027) Übung: Zentrale Texte des Neuen Testaments (Lektüre) (2 SWS) (SoSe 2027)	2 ECTS 2 ECTS 2 ECTS 3 ECTS 3 ECTS 2 ECTS 3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Christina Eschner Charlotte Wild	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. David du Toit Prof. Dr. Christina Eschner
5	**Inhalt**	• Kenntnis der Schriften des Neuen Testaments und ihres Inhalts, • Kenntnis der Entstehungsgeschichte der ntl. Schriften
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • besitzen fundierte Kenntnisse über die theologischen Aussagen des Neuen Testaments, • unterscheiden die unterschiedlichen historischen Kontexte der ntl. Schriften, • erkennen Wechselwirkungen zwischen theologischen Aussagen und der historischen Entstehungssituation der ntl. Schriften, • beherrschen die Anwendung der historisch-kritischen Methoden auf ntl. Texte, • arbeiten in Gruppen kooperativ und verantwortlich.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Theologie Bachelor of Science Mathematik 20261

		als Basismodul in dem BA-Studiengang „Kulturgeschichte des Christentums“
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Klausur (60-90 Min.) oder mdl. Prüfung (15-30 Min.) oder Hausarbeit (10-20 S.) Die für die jeweilige Veranstaltung gültige Prüfungsform sowie der Prüfungsumfang werden spätestens zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn verbindlich festgelegt und den Studierenden bekannt gegeben.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Die Note ergibt sich aus der Note der mdl. Prüfung, der Klausur oder der Hausarbeit.
12	**Turnus des Angebots**	jedes 2. Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird in der Regel durch den jeweiligen Dozenten/die jeweilige Dozentin mit der Ankündigung der Lehrveranstaltung in Campo angegeben

1	**Modulbezeichnung** 73644	**Altes Testament** Old Testament	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Theologie des Alten Testaments (2 SWS) (WiSe 2026) Übung: Begleitende Übung zur Vorlesung „Theologie des Alten Testaments“ (2 SWS) (WiSe 2026) Vorlesung: Ketubim (2 SWS) (WiSe 2026) Vorlesung: Geschichte Israels in der Antike (2 SWS) (SoSe 2027)	2 ECTS 2 ECTS 2 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Henrik Pfeiffer Jonathan Böhm Prof. Dr. Reettakaisa Sofia Salo Veronika Bibelriether Prof. Dr. Florian Höhne	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Henrik Pfeiffer Prof. Dr. Reettakaisa Sofia Salo
5	**Inhalt**	- Entstehungsgeschichte und Theologie des Alten Testaments - Geschichte und Religionsgeschichte Israels - Quellen zur Geschichte Israels - Landeskunde der südlichen Levante
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • besitzen fundierte Kenntnisse über die theologischen und historischen Aussagen des Alten Testaments, • besitzen fundierte Kenntnisse zur Geschichte und Religionsgeschichte Israels, • erkennen Wechselwirkungen zwischen theologischen Aussagen und der historischen Entstehungssituation der atl. Schriften, • sind mit der Anwendung der historischen Methodik auf atl. Texte vertraut, • arbeiten in Gruppen kooperativ und verantwortlich.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2;1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Theologie Bachelor of Science Mathematik 20261 als Basismodul in dem BA-Studiengang „Kulturgeschichte des Christentums“
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich schriftliche Klausur (60 min)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) schriftlich (100 Prozent)

12	**Turnus des Angebots**	jedes 2. Semester Jährlich
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird in der Regel durch den jeweiligen Dozenten/die jeweilige Dozentin mit der Ankündigung der Lehrveranstaltung in Campo angegeben

1	**Modulbezeichnung** 73643	**Einführung in die Bibel: Altes Testament** Introduction to the Bible: Old Testament	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Einführung in das Alte Testament für Studierende der Geisteswissenschaften	2 ECTS
3	Lehrende	Jonathan Böhm	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Henrik Pfeiffer Prof. Dr. Reettakaisa Sofia Salo
5	**Inhalt**	- Kanongestalten des Alten Testaments - exemplarische Kenntnis alttestamentlicher Texte - Basiskenntnisse der Methodik alttestamentlicher Exegese - Basiskenntnisse der Geschichte Israels
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • besitzen einen fundierten Überblick über Inhalt und Aufbau alttestamentlicher Schriften, • besitzen basale Kenntnisse über zentrale theologische und historische Aussagen des Alten Testaments, • unterscheiden Gattungen alttestamentlicher Schriften, • erkennen Wechselwirkungen zwischen theologischen Aussagen und der historischen Entstehungssituation alttestamentlicher Texte, • arbeiten in Gruppen kooperativ und verantwortlich.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Theologie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich schriftliche Klausur (90 min)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) schriftlich (100 Prozent) Die Note ergibt sich aus der Note der schriftlichen Prüfung.
12	**Turnus des Angebots**	jedes 2. Semester Jährlich
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	Wird in der Regel durch den jeweiligen Dozenten/die jeweilige Dozentin mit der Ankündigung der Lehrveranstaltung im Campo angegeben.

Nebenfach Molekularbiologie

1	**Modulbezeichnung** 63160	**Grundlagen der Zellbiologie und Genetik** Basics of cell biology and genetics	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Wiebke Herzog
5	**Inhalt**	**Biomoleküle (Koch)** • Grundlegende chemische Eigenschaften von Wasser und einfacher organischer Moleküle, Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Carbonsäuren, Ester, Amine. Eigenschaften von Aminosäuren, Aufbau von Proteinen, Sekundärstrukturen, Wasserstoffbrückenbindungen, Isolelektrischer Punkt, Proteinfaltung, einfache Methoden zur Proteinanalytik,- Struktur von einfachen Zuckern, Zuckerderivaten und Polysacchariden • Struktur und Funktionen von Nukleinsäuren, DNA Struktur, Komplexität und Topologie der DNA in verschieden Organismen, Organellen, Viren und Plasmiden, DNA Komplementarität, Hybridisierung und einfache Methoden zur DNA Charakterisierung. Struktur und Funktionen unterschiedlicher RNA Moleküle, mRNA, tRNA rRNA, und RNA als Katalysator • Struktur und Eigenschaften von Lipiden, Membranaufbau, Proteine in Membranen und Grundlagen des Transports über Membranen,- Sequenzvergleiche homologer Proteine. **Zellbiologie (Dietrich)** • Einführung und Geschichte der Zellbiologie (Entwicklung der Mikroskopie, Zelle, Gewebe, Organe etc.) • Zellwand und Extrazelluläre Matrix (Glukosaminoglukane, Kollagen, Elastin, Fibronektin, Cellulose, Pektin, Lignin, Hydroxyprolinreiche Glykoproteine, Lipopolysaccharide, Murein, Teichonsäuren, Pseudomurein, S-Layers) • Plasmamembran (Funktion, Bausteine, Proteinanteil, Transport, ATPasen, Energetisierung, Rezeptoren, Signalleitung, second messanger etc.) • Zell/Zell-Verbindungen (Tight Junctions, Desmosomen, Gap Junctions, Synapsen, Plasmodesmata, elektrische Kopplung etc.) • Vakuole der Pflanzenzelle (Aufbau, Funktionen, Speicherung, Energetisierung etc.) • Lysosom der Tierzelle (Aufbau, Funktionen, Energetisierung etc.) • Peroxysomen (Aufbau, typische Reaktionen, Funktionen in Tier und Pflanze)

		• Plastiden (verschiedene Typen, Entstehung, Funktionen, Speicherung, Farb¬gebung, Photosynthese, Biosynthesen, Aufbau, Plastom, ATP-Synthese etc.) • Mitochondrien (Entstehung, Funktionen, Chondriom, ATP-Synthese etc.) • Ribosomen (Funktion, Polysomen, 70S versus 80S Ribosomen, Ribosomen von Mitochondrien und Plastiden, rRNA etc.) • Endoplasmatisches Reticulum (rau, glatt, unterschiedliche Aufgaben, Protein¬synthese und - modifikation, Sekretion, Signal Recognition Particle etc.) • Golgi-Apparat (Proteinmodifikationen, Sekretion etc.) • Zellkern (Funktion, Chromatin, Nukleosomen, Histone, DNA, Kernhülle, Kernporen etc.) • Zytoplasma, Zytosol und Zytoskelett (Mikrotubuli, Aktin, Intermediärfilamente, Motorproteine, Dyneine, Kinesine, Myosine, Muskelzelle und Muskelbewegung) • eukaryontische Geißeln und prokaryontische Flagellen (Aufbau, Axonema, Basalkörper, Centriolen, Mikrotubuli, Flagellenmotor, Mechanismen des Antriebs, Chemotaxis etc.). **Genetische Grundlagen (Herzog)** • Wachstum und Teilung (Genom/Zytoplasma Relation, Syncytium, Plasmodium, Zellzyklus, Mitosephasen, Checkpoints, Replikation) • Genexpression, Zytogenetik und Sexualität (Transkription und RNA Processing, Genomorganisation bei Pro- und Eukaryoten, sichtbare und aktive Strukturen der Chromosomen in der Interphase, Nukleolus, Lampenbürstenchromosomen, Polytänchromosomen, Bedeutung der Sexualität, Generationswechsel, Meiose, Mechanismen der Neukombination • Klassische Genetik (Genbegriff, Gen und Phän, Allelbegriff, Mutation und Selektion, Genpool, dominante und rezessive Merkmale, Mendel-Regeln, Genkopplung, Genkarten) • Molekulare Genetik (Genregulation, Transkriptionsfaktoren) • Entwicklung (Differenzierung und Determination, Zygotengröße und Furchungstypen, Invertebraten- und Vertebratenmodelle der Entwicklung, Gastrulation und Keimblätter, Epithel und Mesenchym, Organogenese, Entwicklungsgene, Kontrollgene als Transkriptionsfaktoren, Signaltransduktion und Induktion, Genkaskade bei Drosophila, Keimbahn & Soma, Stammzellkonzept, Zelltod, Krebs).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können die Grundlagen der Biochemie darstellen insbesondere die Struktur und Funktionen von Zuckern, Proteinen und Nukleinsäuren (insb. DNA); • sind in der Lage, die Merkmale und Unterschiede der Zellen von Archaeen, Bakterien, Pilzen, Pflanzen und Tieren

		darzustellen und die Zellbestandteile- und bausteine zu benennen und zuzuordnen; • sind fähig, biochemische Aufgaben und Funktionen der Zelle zuordnen • können das Grundlagenwissen der Genetik und Entwicklungsbiologie anwenden und verstehen die Rolle des Genoms für die Funktion und Entwicklung von Lebewesen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Molekularbiologie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) PL: E-Prüfung im Antwort-Wahlverfahren (90 Min.)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Wiederholung der Prüfungen**	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 150 h
15	**Dauer des Moduls**	1 Semester
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
17	**Literaturhinweise**	B. Alberts: Lehrbuch der Molekularen Zellbiologie; W. Nultsch: Allgemeine Botanik

1	**Modulbezeichnung** 63170	**Molekularbiologie** Molecular biology	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Biologie IV: Molekularbiologie und Genomik (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Biologie IV: Übungen zur Molekularbiologie (5 SWS) (SoSe 2026) Die Übungen sind anwesenheitspflichtig.	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Henri Girao Franquelim Prof. Dr. Thomas Winkler Dr. Franz Klebl Dr. Nicole Tegtmeyer-Backert Dr. Heiner Busch Dr. Kristina Hacker Dr. Miriam Wöhner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Miriam Wöhner
5	**Inhalt**	**Molekularbiologie und Genomik** DNA Struktur, Historische Experimente, biochemische Aktivitäten von DNA Polymerasen (DNAPOLI vs. DNAPOLIII), Prozessivität, Nukleotid Synthese, Enzyme der Replikationsgabel, Telomerase, DNA Topologie und Topoisomerasen, Mutation und Reparaturenzyme, RNA-Polymerase von *E.coli*, *lac*-Operon, Nukleäre RNA Polymerasen der Eukaryonten, Struktur ribosomaler RNAs und Aufbau von rRNA Genen in Pro-und Eukaryonten, Sekundärstruktur von RNA, RNA Prozessierung (RNAaseP), Grundlagen des RNA Spleißens (snRNAs), Selfsplicing, t-RNA Struktur und t-RNA Aktivierung, Proteinbiosynthese, Translationsinitiation in Prokaryonten (rbs) und Eukaryonten (eIF4E), Funktion von G-Proteinen bei der Translation. RNA als Katalysator. Struktur von Pro- und Eukaryontengenomen, Methoden der Sequenzierung von Genomen, Genkartierung, physikalische und genetische Genkarten, genetische Marker, monogenetische und komplexe Vererbungen und Erbkrankheiten des Menschen, genetische Fingerabdrücke, genetische Diagnostik, Hochdurchsatzmethoden der funktionellen Genomik (Arraytechniken). **Praktische Übungen** Molekularbiologische Methoden: DNA-Isolation, Klonierung einer Genbank, Restriktionsverdaus, DNA-Gelektrophorese, PCR, Isolierung von Stoffwechsel-mutanten der Bäckerhefe, Komplementationsgruppen, Plasmidkomplementation, RT-PCR. **eLearning Übung** Übungen zur praktischen Anwendung von digitalen Werkzeugen". Biologische Datenbanken, Arbeiten mit Sequenzen, Datenanalyse und wissenschaftliche Dokumentation, domänenspezifische IT-Kompetenz.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können die Grundlagen der Molekularbiologie und Biochemie darstellen und erklären;

		• sind fähig, die Grundlagen und Methoden der Genomik zu erklären und verstehen die Rolle des Genoms für die Funktion und Entwicklung von Lebewesen; • sind aufgrund der regelmäßigen und aktiven Teilnahme in der Lage, die molekularbiologische Grundmethoden auf ausgewählte Beispiele selbständig anzuwenden und mit molekularbiologischen Laborgeräten umzugehen; • verstehen die Prinzipien molekularbiologischer Arbeitstechniken und können das Wissen bei den ausgewählten Versuchen, deren Protokollierung und Auswertung anwenden; • beherrschen den Umgang und das sterile Arbeiten mit Mikroorganismen; welches Voraussetzungen für alle molekularbiologischen, mikrobiologischen Arbeiten sowie der Zellkulturtechnik ist; • sind sich in ihrem Handeln der ethischen Verantwortung bewusst; • recherchieren schnell und zielgerichtet biologische Fragestellungen; • formulieren Datenbankabfragen und verstehen die Suchergebnisse; • erstellen aussagekräftige wissenschaftliche Abbildungen; • wenden ihr biologisches Wissen bei der Nutzung digitaler Werkzeuge an; • organisieren ihr Lernen selbstständig; • arbeiten konstruktiv in Teams; • wenden dasLearning Management System" StudOn aus der Lernerperspektive an.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Molekularbiologie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Studienleistung PL: Klausur (90 Min) SL: Protokollheft mit Testat ca. 50 Seiten (unbenotet)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Studienleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	Molecular Biology of the Gene (Watson et al.)

1	**Modulbezeichnung** 63180	**Biochemie und Physiologie** Biochemistry and physiology	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: ILS-B3: Vorlesung Biochemie und Physiologie (3 SWS) Übung: ILS-B3: Übungen zur Biochemie und Physiologie (3 SWS) Die Übungen sind anwesenheitspflichtig.	4 ECTS 3,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Uwe Sonnewald Prof. Dr. Andreas Feigenspan Dr. Jörg Hofmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Uwe Sonnewald
5	**Inhalt**	**Biochemie der Zelle (6 Wochen)** • Enzyme: Kinetik, katalytische Mechanismen, Regulation (kovalent, nicht-kovalent) • Zentraler Energiestoffwechsel: Glykolyse, Gluconeogenese, Zitrat Zyklus, Respiration • Speicherstoffwechsel: Fettsäure-Oxidation, Speicherkohlenhydrate • Aminosäurestoffwechsel und Protein-Turnover. **Physiologie der Pflanze (4 Wochen)** • Photosynthese (Licht- und Kohlenstoffreaktionen) • Stofftransport (Xylem, Phloem, Zell-Zell Transport) • Wirkprinzipien von Phytohormonen • Sekundärstoffwechsel. **Physiologie der Tiere (4 Wochen)** • Erregbare Zellen (Nervenzellen, Muskelzellen) • Synapsen (Rezeptoren, Kanäle, Transmitter) • Mechanismen der inter- und intrazellulären Signalleitung und Kommunikation. **Praktische Übungen** Reinigung von Proteinen, Elektronentransport in der mitochondriellen Atmungskette, biochemische Charakterisierung von Enzymen, gelektrophoretische Trennverfahren zur Proteinanalytik, immunologischer Nachweis von Proteinen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können die Regulationsprinzipien von Enzymen sowie deren Bedeutung für die Physiologie tierischer- und pflanzlicher Organismen in den Grundlagen darstellen und erklären; • können den Stoffwechsels von Zellen nachvollziehen und erklären; • sind in der Lage, grundlegende biochemische Experimente selbständig zu planen und durchzuführen; • können mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten umgehen; • sind in der Lage, die Messergebnisse selbständig auszuwerten und fachgerecht zu protokollieren;

		• sind zur Teamarbeit befähigt.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Molekularbiologie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Studienleistung PL: Klausur (90 Min) SL: Protokollheft ca. 30 Seiten (unbenotet)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Studienleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Informationsmaterialien zur Vor- und Nachbereitung des Stoffes werden im Internet und als Kopien zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 63190	**Zell-Zellkommunikation, Signalverarbeitung und Entwicklung** Cell-cell communication, signal processing and development	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: ILS-B4: Vorlesung zu Zell-Zellkommunikation, Signalverarbeitung und Entwicklung (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: ILS-B4: Übung zu Zell- Zellkommunikation, Signalverarbeitung und Entwicklung (3 SWS) (SoSe 2026) Die Übungen sind anwesenheitspflichtig.	4 ECTS 3,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Lars Nitschke Prof. Dr. Benedikt Kost Prof. Dr. Petra Dietrich Prof. Dr. Wiebke Herzog	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Lars Nitschke
5	**Inhalt**	**Zell-Zellkommunikation und Signalverarbeitung** Steuerung durch Hormone und Licht bei Pflanzen (Modell *Arabidopsis*). Einsatz von Reportergenen zur Analyse von Zellkommunikation und Signalleitung; Transformation pflanzlicher Zellen; Kommunikation zwischen Immunzellen, Signaltransduktion über Ca^{++} bzw. Thyrosin-Phosphatasen (Lympozyten). Verwendung von *knock-out*-Techniken in der Maus. Wnt-, TGF-ß-, FGF und Hh-Signalwege in Embryonalentwicklung und Organogenese von *Drosophila*. **Entwickung und Differenzierung** Übersicht über die Entwicklung von Pflanzen (*Arabidopsis*) mit den Schwerpunkten sexuelle Reproduktion, Embryogenese & Steuerung der Meristemaktivität. Verwendung von Vorwärts-Genetik, transgenen Pflanzen & RNA-Interferenz zur Untersuchung der Entwicklung. Embryonale Musterbildung (Segmentierung) und Organogenese (Muskulatur, Herz, Auge, Extremitäten) bei *Drosophila*. Genetische Grundlagen von Entwicklungsstörungen. Analyse regulatorischer Netzwerke: Expressionsveränderungen in mutanten Embryonen; klonale Analyse und Miss-Expressionssysteme.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können die grundlegenden Prozesse der Signalleitung in Zellen, der Zell-Zellkommunikation und der Entwicklung erklären; • können die wichtigsten Modellsysteme, die für Untersuchungen in diesem Forschungsfeld verwendet werden, darstellen;

		• sind aufgrund der regelmäßigen aktiven Teilnahme fähig, grundlegende Experimente der Entwicklungsbiologie selbständig zu planen und durchzuführen; • sind fähig, das erworbene Wissen mithilfe mikroskopischer Arbeitstechniken praktisch anzuwenden; • können mit anwendungsspezifischen wissenschaftlichen Messgeräten umgehen; • können die Messergebnisse auswerten und fachgerecht protokollieren; • sind sich in ihrem Handeln der ethischen Verantwortung bewusst; • sind zur Teamarbeit befähigt.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Molekularbiologie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Studienleistung PL: Klausur zur (90 Min) SL: Protokollheft ca. 40 Seiten (unbenotet)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Studienleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	E. Weiler/L. Nover: Allgemeine und molekulare Botanik" Thieme Verlag. Kühl, Gessert: Entwicklungsbiologie (UTB basics 2010, 25); Weitere Informations-materialien werden im Internet/bzw. als Kopien zur Verfügung gestellt.

Nebenfach Geowissenschaften

1	**Modulbezeichnung** 68800	**Grundlagen der Geowissenschaften I** Foundations of geosciences I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Grundlagen der Geowissenschaften I - System Erde I (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Kießling Prof. Dr. Karsten Haase	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Karsten Haase
5	**Inhalt**	System Erde I: Die Vorlesung umfasst eine Einführung in die allgemeine Geologie mit exogenen, endogenen und erdgeschichtlichen Aspekten. Die historische Entwicklung und aktuellen Prozesse in und auf der Erde sowie die Dynamik des Planeten als Motor der endogenen und exogenen Abläufe werden behandelt. Das chemische und physikalische Zusammenwirken von Lithosphäre, Hydrosphäre und Atmosphäre im System Erde und ihre Bedeutung für die Systemkreisläufe auf unserem Planeten werden eingeführt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • die Grundlagen in die allgemeine Geologie mit exogenen, endogenen und erdgeschichtlichen Aspekten wiedergeben und können die Bedeutung geologischer Grundkenntnisse für die Gesellschaft einordnen • die Entstehung des Sonnensystems und der Erde wiedergeben • die Plattentektonik inklusive spezielle petrologische, geochemische, strukturgeologische Aspekte erläutern • die zum Verständnis der dynamischen Abläufe in unserem Erdkörper und die endogenen krustenbildenden Prozesse erklären • Zusammenhänge des Systems Erde erkennen und erklären • sich systematisch Informationen beschaffen und diese in ihrem spezifischen Kontext bewerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Geowissenschaften Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Press & Siever: Allgemeine Geologie", 5. Aufl. 2008, ISBN 3827418127 • Tarbuck & Lutgens "Allgemeine Geologie" 9. Aufl. 2009, ISBN 3827373352 • Robert & Bousquet "Geowissenschaften" 2018, ISBN 9783662503928 • Frisch & Meschede: Plattentektonik" • Reuther: Grundlagen der Tektonik: Kräften und Spannungen der Erde auf der Spur", 2012, ISBN 3827420652

1	**Modulbezeichnung** 64930	**Kompetenzseminar zum Klimawandel: Grundlagen- u. Kompetenzen zu Nachhaltigkeitsherausforderungen** Skills seminar climate change: Fundamentals and skills for sustainability challenges	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Kompetenzseminar zum Klimawandel (insbesondere für Lehramtsstudierende und Nebenfachstudierende) (2 SWS) ja	5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Anette Regelous Maren Stoppel	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Anette Regelous
5	**Inhalt**	• Fachvorträge von verschiedenen Experten zum Klimawandel aus den Naturwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften, der Pädagogik sowie von Lehrpersonen aus der Praxis • Motivation zum ehrenamtlichen gesellschaftlichen Engagement • Science Communication im Themenfeld des Klimawandels • Aktuelle fachwissenschaftliche und gesellschaftliche Diskurse zum Klimawandel • Persönliche und globale Konsum- und Lebensstile und ihre potentiellen Folgewirkungen • Nachhaltigkeitsaspekte aus den Natur-, Geistes- und Wirtschaftswissenschaften
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • können umfassende, transdisziplinäre wissenschaftliche Erkenntnisse zu den aktuellen gesellschaftlichen Diskussionen rund um die Thematik Klimawandel wiedergeben und erläutern • entwickeln die Bereitschaft zu eigenem gesellschaftlichen Engagement • kennen unterschiedliche Ansätze zu Science Communication im Themenfeld Klimawandel • Argumentationskompetenz und kritische Reflexion der Thematik Klimawandel vorweisen • Kreativitätsmethoden zur Erstellung pädagogischer Konzepte darstellen und umsetzen • Teamfähigkeiten und soziale Kompetenzen stärken
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Geowissenschaften Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung (10 Minuten) Seminarleistung (Projektpräsentation 10 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 21 h Eigenstudium: 129 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 68830	**Dynamik des Systems Erde** Earth system dynamics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Dynamik des Systems Erde - System Erde III (3 SWS) (SoSe 2027)	5 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Wolfgang Kießling
5	**Inhalt**	Der Vorlesungsteil vermittelt eine vertiefte Übersicht der Erdgeschichte, von der Entstehung des Sonnensystems bis ins Anthropozän: Entstehung des Sonnensystems und der Planeten; Krustenbildung; Entwicklung der Hydro- und Atmosphäre; Integrierte Betrachtung der einzelnen Zeitabschnitte (Archäikum-Känozoikum) mit Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Geosphäre und Biosphäre auf geologischen Zeitskalen. Klima, Plattentektonik, Gebirgsbildungen, Meeresspiegelentwicklung und Lebensentwicklung werden im Kontext behandelt. Grundlagen der Lithostratigraphie und Sequenzstratigraphie werden vermittelt. Der Übungsteil (mit Projektarbeit) vermittelt die selbstständige Erzeugung plattentektonischer Rekonstruktionen sowie die Rückrotation von heutigen Lokalitäten in ihre paläogeographischen Positionen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • die abiogene und biologische Entwicklung unseres Planeten erklären • Wechselwirkungen im Erdsystem auf geologischen Zeitskalen wiedergeben • verschiedene Datierungs- und Korrelationsmöglichkeiten von Gesteinen und Prozessen darstellen und auf andere Anwendungen übertragen • selbständig plattentektonische Rekonstruktionen für beliebige Zeiten durchführen • das erarbeitete Fachwissen auf praktische Aufgabenstellungen anwenden und eigene Strategien zur Problemlösung erarbeiten • die Rolle von Zeitskalen im System Erde beurteilen • die komplexen Zusammenhänge im System Erde verstehen und auf heutige Herausforderungen übertrage.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen sind Module Grundlagen der Geowissenschaften I und II. Das Modul ist auch in den Studienfächern **Physische Geographie (Bachelor of Science)** verwendbar.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Geowissenschaften Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Prüfungsleistung: Klausur, Dauer in Minuten: 60

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Elicki, O. & Breitkreuz, C. 2023. Die Entwicklung des Systems Erde. 2. Aufl. (Springer Spektrum) • Nichols. G. 2009. Sedimentology and stratigraphy. (Wiley) • Stanley, S.M. & Luczaj, J.A. 2014. Earth System History. 4. Aufl. (Freeman) • Walter, R. 2025. Erdgeschichte. 8. Aufl. (Schweizerbart)

1	**Modulbezeichnung** 64935	**Rohstoffe und Nachhaltigkeit** Raw materials and sustainability	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! ja	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Karsten Haase
5	**Inhalt**	In unserer auf Technologie basierenden Gesellschaft ist die nachhaltige Nutzung von Ressourcen der Erde ein brisantes Thema und wird es voraussichtlich auch auf längere Sicht bleiben, da die Wirtschaft der Bundesrepublik Deutschland vom Import vieler Rohstoffe abhängig ist. So erfordert z.B. der Umbau zu einer Kohlenstoffarmen Energieerzeugung mit dem Ausbau von Stromversorgung und Elektromobilität gewaltige Mengen von Metallen wie Kupfer oder Kobalt. In unserem im Sinne einer Bildung für nachhaltigen Entwicklung konzipierten Seminar Rohstoffe und Nachhaltigkeit werden die Herausforderung der Gewinnung, Nutzung und Aufbereitung von Ressourcen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit vermittelt und gemeinsam diskutiert. Fokus sind neben den Prozessen der unterschiedlichen Lagerstättenbildungen und dem Einfluss ihrer Nutzung auf die Umwelt und den Menschen die gesellschaftspolitischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Fragestellungen und Herausforderungen die dieses Thema aufwirft. Zu den Themen halten Expert*innen aus den Geowissenschaften, der Chemie, Materialwissenschaft, der Politik und der Wirtschaft Vorträge, die dann in einem blended Learning Format diskutiert und besprochen werden. Dieses interdisziplinäre Seminar hat damit auch das Ziel, gemeinsam Lösungswege hin zu einer nachhaltigen Gesellschaft auszuloten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • die Bildung, Nutzung und Aufbereitung von Lagerstätten unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit beschreiben, erklären und diskutieren • moderene Möglichkeiten des Recyclings von Rohstoffen erklären und diskutieren • wirtschaftliche und politische Zusammenhänge und Abhängigkeiten in Dtl. von Rohstoffen erklären • Nachhaltige Aspekte im Bezug auf Rohstoffe (kritische Metalle und Wasser) diskutieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine; Link zum StudOn Kurs: https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_4314344
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Geowissenschaften Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Seminarleistung (Präsentation in Form eines Video-Tutorials 5 Minuten und Bericht 5 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Wiederholung der Prüfungen**	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 21 h Eigenstudium: 129 h
15	**Dauer des Moduls**	1 Semester
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
17	**Literaturhinweise**	Reader wird vom Lehrstuhl nach Anmeldung bereitgestellt

1	**Modulbezeichnung** 68860	**Angewandte Geologie I** Applied geology I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Angewandte Geologie I - Hydrogeologie (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Johannes Barth	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Johannes Barth
5	**Inhalt**	Prinzipien der Grundwasserdynamik, hydrogeologische Erkundungsmethoden inklusive Grundwassergleichenpläne, Pumpversuche, Bilanzberechnungen, Einführung in Hydrochemie, Wasserbilanzen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • die Prinzipien der Grundwasserdynamik und der Hydrochemie wiedergeben • hydrogeolgische Erkundungsmethoden durchführen und Grundwassergleichenpläne lesen, interpretieren und eigenständig erstellen • eigenständig Pumpversuche durchführen und auswerten • Wasserbilanzberechnungen quantifizieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Interesse an Wasser
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Geowissenschaften Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Schwarz & Zhang: Fundamentals of Groundwater • Langguth & Voigt: Hydrogeologische Methoden

1	**Modulbezeichnung** 68865	**Angewandte Geologie II** Applied geology II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Ingenieurgeologie (4. Sem.) (4 SWS) (SoSe 2027)	5 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Gabriele Chiogna
5	**Inhalt**	• Einführung in die Ingenieurgeologie der Locker- und Festgesteine; • Ingenieurgeologische Klassifikation und Beschreibung von Locker- und Festgesteinen; • Ermittlung von charakteristischen Kennwerten (Korngröße, Kornverteilung, Dichte, Konsistenz, Verformung); • Erkundungsmethoden (Indirekte und direkte Methoden, Bohrungen, Sondierungen, etc.), Rutschungen und ihre Klassifikation mit Standsicherheitsermittlung für Böschungen; • Einführung in Interpolationsmethoden
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • die Prinzipien der ingenieurgeologischen Klassifikationen wiedergeben • charakteristische ingenieurgeologische Kennwerte selbstständig ermitteln und dokumentieren • ingenieurgeologische Erkundungsmethoden eigenständig durchführen • Interpolationsmethoden (z.B. Kriging) anwenden • in Gruppen kooperativ und verantwortungsvoll gemeinsam vor Ort Aufgaben lösen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Geowissenschaften Bachelor of Science Mathematik 20261 Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Mathematik (Bachelor of Science)", "Physische Geographie (Bachelor of Science)" verwendbar.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Prüfungsleistung: Klausur, Dauer in Minuten: 60
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• Prinz & Strauß, "Einführung in die Ingenieurgeologie" • Briaud, "Geotechnical Engineering"

Nebenfach Chemie

1	**Modulbezeichnung** 62065	**Allgemeine und Anorganische Chemie mit Experimenten** General and inorganic chemistry with experiments	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Allgemeine und Anorganische Chemie (4 SWS) (WiSe 2026) Das Praktikum ist anwesenheitspflichtig.	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Ingrid Span	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Ingrid Span
5	**Inhalt**	**Grundzüge der Allgemeinen und Anorganischen Chemie:** Atommodelle, Aufbau des Periodensystems, chemische Bindungsarten, grundlegende anorganische Verbindungsklassen, Gasgesetze, Stöchiometrie, chemisches Rechnen, Zustandsdiagramme, chemische Thermodynamik und Kinetik, Theorie des Übergangszustandes, Katalyse in biologischen Systemen, chemisches Gleichgewicht, Redox-Reaktionen, Säure/Base-Reaktionen, Elektrolyse/Galvanisches Element, Chemie der Elemente (Hauptgruppenelemente), Grundlagen der Koordinations- und der bioanorganischen Chemie **Spektroskopische Methoden für kinetische, mechanistische und strukturelle Untersuchungen Kurspraktikum:** • Umgang mit anorganischen Säuren und Basen, Salzen und Komplexverbindungen, Grundzüge der qualitativen chemischen Analytik durch einfache Versuche mit Basisverbindungen der anorganischen Chemie, nasschemische Nachweise für Metall-Kationen und Anionen • Einführung in sicheres Arbeiten mit Gefahrstoffen in chemischen Laboratorien; Umgang mit chemischen Abfällen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen die Grundlagen der allgemeinen und anorganischen Chemie im Hinblick auf biologische Problemstellungen und können diese erklären; • sind fähig, spektroskopische Methoden für kinetische, mechanistische und strukturelle Untersuchungen anzuwenden; • sind in der Lage, die Vorlesungsinhalte im Kurspraktikum umzusetzen und die im Praktikumsplan vorgesehenen Versuche selbständig durchzuführen; • verfügen über anwendbares Wissen zum Umgang mit Gefahrstoffen und Abfällen in chemischen Laboratorien; • verfügen über Kenntnisse von Umweltbelangen und rechtlichen Grundlagen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Eingangsvoraussetzung für die Teilnahme am Praktikum ist das erfolgreiche Bestehen der Klausur oder (als Ersatz für Erstsemesterstudenten) das erfolgreiche Bestehen eines Eingangstests (Sicherheitsaspekte).
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Chemie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur schriftlich PL: Klausur 90 Min. SL: Anfertigung eines Laborjournals ca. 50 Seiten, in dem als Dokumentation die Ergebnisse der chemischen Analysen gesondert auflistet werden (=Analyseheft) (unbenotet)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) schriftlich (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 210 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• E. Dane, F. Wille, H. Laatsch: Kleines Chemisches Praktikum, 10. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 2004; • C. E. Mortimer, U. Müller: Chemie, 10. Aufl., Thieme, 2010

1	**Modulbezeichnung** 62491	**Physikalische Chemie** Physical chemistry	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Physikalische Chemie für CBI, CEN u. BT (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zur Physikalischen Chemie für CBI, CEN u. BT (1 SWS) (SoSe 2026) Tutorium: Tutorien zur Physikalischen Chemie für CBI, CEN u. BT (2 SWS) (SoSe 2026)	- - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Jörg Libuda	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jörg Libuda
5	**Inhalt**	(1) Chemische Reaktionskinetik: Grundlagen der chemischen Kinetik; Experimentelle Methoden der Reaktionskinetik; Kinetik komplexer Reaktionssysteme; Theorie der Kinetik; Katalyse. (2) Aufbau der Materie: Grenzen der klassischen Mechanik u. Elektrodynamik; Einführung in die Quantenmechanik; einfache quantenmechanische Modelle; Aufbau der Atome; chemische Bindung u. Aufbau der Moleküle. (3) Spektroskopie: Wechselwirkung von Strahlung und Materie; Rotations- und Schwingungsspektroskopie; elektronische Spektroskopien. Themen im Rahmen des Physikalisch-chemischen Praktikums: (1) Chemische Thermodynamik: Wärmekapazität, Reaktionsenthalpie; kinetische Gastheorie. (2) Phasen- / Grenzflächengleichgewichte: Adsorptionsisothermen, chemisches Gleichgewicht, chemisches Potenzial. (3) Elektrochemie: Leitfähigkeit, Elektrolyte, EMK, Nernst-Gleichung, Zell- und Zersetzungsspannung, Überspannung. (4) chemische Kinetik: Reaktionsgeschwindigkeit und -ordnung, Einfluss der Temperatur und Aktivierungsenergie. (5) Aufbau der Materie / Alternative Energieerzeugung: Atommodelle, Bändermodell, Halbleiter, Dotierung. (6) Spektroskopie: Franck-Condon-Prinzip, Jablonski-Diagramm, Fluoreszenz, Raman-Effekt, Rayleigh-Streuung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • interpretieren die Grundprinzipien der chemischen Thermodynamik • fassen die Grundlagen die chemischen Reaktionskinetik zusammen und geben die theoretischen Hintergründe der Kinetik komplexer Systeme wieder • kennen die Grenzen der klassischen Physik und beschreiben einfache quantenmechanische Modelle • erläutern die Grundlagen des Aufbaus der Materie und der Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie • erklären die Zusammenhänge zwischen Moleküleigenschaften und gemessenen Spektren • geben grundlegende Zusammenhänge bei Phasenübergängen und Gleichgewichten wieder

		• skizzieren Grundprinzipien elektrochemischer Prozesse • können mit einfachen physiko-chemischen Apparaturen umgehen • analysieren und bewerten Versuchsergebnisse unter Anwendung theoretisch gewonnener Erkenntnisse
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Für das Praktikum wird die vorhergehende Teilnahme an der Vorlesung dringend empfohlen!
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Chemie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich (90 Minuten) Praktikumsleistung d.h. Prüfungsleistung = Klausur (90 Minuten) und Praktikumsleistung = 6 Experimente mit Versuchen aus den Themengebieten Thermodynamik, chemisches Gleichgewicht, Phasengleichgewichte, Elektrochemie, chemische Kinetik, Aufbau der Materie, Spektroskopie und Mikroskopie. Je Experiment Auswertung in Form eines Protokolls (ca. 10 Seiten) und Platzkolloqium
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 165 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	G. Wedler, H.-J. Freund: Lehrbuch der Physikalischen Chemie, Wiley-VCH P. W. Atkins, C. A. Trapp: Physikalische Chemie, Wiley-VCH

1	**Modulbezeichnung** 62016	**Theoretische Chemie 1** Theoretical chemistry 1	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: ThC 1 - Ü (2 SWS) (SoSe 2027) Vorlesung: Theoretische Chemie 1 (2 SWS) (SoSe 2027)	- 5 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Petra Imhof Prof. Dr. Bernd Meyer
5	**Inhalt**	**VORL:** • komplexwertige Funktionen und ihre Bedeutung in der Quantenmechanik, • Funktionen mehrerer Veränderlicher und deren Visualisierung, • Differential- und Integralrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher und ihre Anwendung in der Thermodynamik (Differentiale, Wegintegrale, Potentialfunktionen), • Vektorfunktionen und ihre Ableitung, • Koordinatentransformationen und deren Bedeutung bei der Behandlung physikalischer Probleme, • Differentialgleichungen, • Rechnen mit Vektoren und Matrizen im Hinblick auf Anwendungen in der Quantenmechanik und Basisdarstellungen von Funktionen. **UE:** • Erlernen praktischer Rechentechniken • Behandlung vertiefender Beispiele zum Stoff der Vorlesung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verfügen über mathematische Grundlagen und deren Anwendung in der Quantenmechanik und Thermodynamik • sind in der Lage, einfache Differentialgleichungen und typische Integrale eigenständig zu lösen • können mit Vektoren und Matrizen rechnen und diese in der Quantenmechanik und in der Basisdarstellung von Funktionen gezielt anwenden • sind in der Lage, typische algebraische Probleme mit Hilfe passender Rechentechniken zu lösen und im Rahmen der praktischen Übungen anzuwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Chemie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich

11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) GOP-Bestandteil!* (*GOP = Grundlagen- und Orientierungsprüfung)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• N. Rösch: Mathematik für Chemiker (Springer Verlag)

1	**Modulbezeichnung** 62059	**Theoretische Chemie 2** Theoretical chemistry 2	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: ThC 2 - Ü (2 SWS) Übung: Theoretische Chemie 2 (Übungen) (2 SWS) Vorlesung: Theoretische Chemie 2 (2 SWS)	- - 5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Christian Neiß Prof. Dr. Andreas Görling	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andreas Görling
5	**Inhalt**	**VORL:** • Begriffe und Grundprinzipien der Quantenmechanik • Teilchen im Kasten • Tunneleffekt • harmonischer Oszillator • quantenmechanische Behandlung des Drehimpulses • Wasserstoffatom • Elektronenspin und Pauli-Prinzip • Aufbau der Atome • angeregte Zustände • einfache zweiatomige Moleküle. **UE:** • Erlernen praktischer Rechentechniken • Behandlung vertiefender Beispiele zum Stoff der Vorlesung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verfügen über grundlegende Kenntnisse der Quantenmechanik und deren Anwendung zur Beschreibung von Strukturen, des Atomaufbaus und der Theorie der chemischen Bindung • kennen praktische Rechentechniken des Lerngebietes und können diese auf vertiefende Beispiele aus dem Stoff der Vorlesung selbständig anwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird dringend empfohlen, vor Modulbeginn folgendes Modul erfolgreich besucht zu haben: • Theoretische Chemie 1
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Chemie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Ein umfassendes Manuskript für die Vor- und Nachbereitung des Stoffes der Vorlesung und der Übungen wird auf StudOn zur Verfügung gestellt!

Nebenfach Nanotechnologie

1	**Modulbezeichnung** 95700	**Grundlagen der Nanotechnologie I** Foundations of Nanotechnology I	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in die Nanotechnologie (2 SWS) (WiSe 2026)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Marcus Halik	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Marcus Halik
5	**Inhalt**	• Wissensvermittlung zu Grundfragen, praktischer Relevanz und Begrifflichkeit von Nanotechnologie" • Diskussion und Erklärung von 0D-, 1D-, 2D- und 3D-Nanostrukturen • Erklärung der jeweiligen Effekte (optisch, mechanisch, elektronisch) - Grundlagen der mikoskopischen Charakterisierung von Nanostrukturen (lichtmikroskopische Verfahren, Elektronenmikroskopie, Rasterkraftmikroskopie, Rastertunnelmikroskopie) • Einführung in die Röntgenbeugung an Nanostrukturen • Erste Einblicke in nanoanalytische, spektroskopische und nanomechanische Charakterisierungsverfahren Praktikum Nano 1: • Experimentelle Arbeiten zur Vertiefung der Vorlesungsinhalt
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erhalten einen einleitenden Überblick über die Thematik • erlernen wichtige Grundlagen (Strukturen, Bausteine, Effekte etc.) • sind in der Lage, Nanostrukturen entsprechende Funktionalitäten zuzuordenen • kennen wichtige Anwendungen und Entwicklungsfelder • sind in der Lage, verschiedene mikroskopische Verfahren zur Untersuchung von Nanostrukturen zu beschreiben und miteinander zu vergleichen • kennen einige wichtige Untersuchungsverfahren zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung sowie der Eigenschaften (optisch, mechanisch, elektronisch) von Nanostrukturen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nanotechnologie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Praktikumsleistung Praktikumsbericht, 20 Seiten
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Wiederholung der Prüfungen**	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 135 h Eigenstudium: 165 h
15	**Dauer des Moduls**	2 Semester
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
17	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 95690	**Messtechnik und Werkstoffeigenschaften** Testing methods and characteristics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Charakterisierung und Prüfung von Werkstoffen (2 SWS) (WiSe 2026)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Benjamin Apeleo Zubiri Dr.-Ing. Thomas Przybilla Prof. Dr. Erdmann Spiecker	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Erdmann Spiecker
5	**Inhalt**	Grundlagen zu elektrischen, magnetischen und optischen Eigenschaften von Werkstoffen (Elektrische Leitfähigkeit, Dielelektrische Eigenschaften, Ferro- und Ferrimagnetismus, Supraleitung, Optische Werkstoffeigenschaften) Mess- und Analyseverfahren zur Charakterisierung und Prüfung von Werkstoffen aus allen Materialklassen (Messgrößen und ihre Einheiten, Dichte und Porosität, chemische Analyse, Gefügeanalyse, Bestimmung von mechanischen, thermischen, elektrischen, magnetischen und optischen Eigenschaften, zerstörungsfreie Prüfung)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse zu den relevanten Funktionsmaterialien und erarbeiten sich die Korrelation zwischen Materialeigenschaften, Funktionsumfang und Anwendung in der Praxis. Moderne Anwendungsbeispiele für Funktionsmaterialien komplementieren die Grundkompetenzen in den metallischen Werkstoffen (Leitfähigkeitsphänomene), den halbleitenden Werkstoffen (Photovoltaik), dem Magnetismus (Supraleitung), der Optik (Leuchtstoffe und Lichtemission) und den dielektrischen Funktionsmaterialien (Piezo- und Ferroelektrizität) Kennenlernen der grundlegenden experimenteller Techniken in den Werkstoffwissenschaften zur Charakterisierung von Struktur- und Funktionsmaterialien, Verfassen von technischen Berichten, Teamarbeit
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nanotechnologie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird in den Vorlesungen angegeben.

1	**Modulbezeichnung** 63450	**Physikalische Chemie der Nanostrukturen** Physical Chemistry of Nanostructures	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Physikalische Chemie für Materialwiss. & Werkstofft. u. Nanotechn. (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zur Physikalischen Chemie für Materialwiss. & Werkstofft. u. Nanotechn. (2 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Rainer Fink	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Rainer Fink
5	**Inhalt**	Wissensvermittlung zu Grundfragen der Physikalischen Chemie mit Fokussierung auf Thermodynamik, Kinetik und Transportprozesse
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über die Grundlagen der Physikalischen Chemie • verstehen die Zusammenhänge thermodynamischer Grundbegriffe • sind in der Lage, thermodynamische Phänomene zu erklären und auf weiterführende Themen anzuwenden. • können die vorgestellten Theorien kritisch reflektieren • beherrschen praktisches Rechnen für zahlreiche werkstoffwissenschaftlich relevante Themen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nanotechnologie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 95542	**Physikalische Chemie der Werkstoffe** Physical Chemistry of Materials	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Festkörperthermodynamik (2 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen
5	**Inhalt**	Festkörperthermodynamik: Grundlagen der Thermodynamik Thermodynamik von Legierungen Phasengleichgewichte Punktdefekte Festkörperelektrochemie Thermodynamik von Grenz- und Oberflächen Computeranwendungen in der Verfahrenstechnik: Abstrahieren von werkstoffwissenschaftlichen Problemstellungen in Form mathematischer Modelle, Einsatz von Programmpaketen (z.B. MatLab) zum Lösen praxisnaher Probleme (Analyse von Messreihen, Wärmeleitung)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Grundlegendes Verständnis für thermodynamische Prinzipien in Werkstoffwissenschaften Relevanz für die Herstellung und Anwendung von Werkstoffen. Entwickeln von Verständnis für die mathematische Formulierung werkstoffwissenschaftlicher Fragestellungen, Erlernen des Umgangs mit numerischen Werkzeugen (z.B. MatLab), Anpassung und Interpretation von Fit-Kurven an Messreihen, numerische Lösung von eindimensionalen Differentialgleichungen und linearen Gleichungssystemen. Kennenlernen von experimentellen Techniken in den Werkstoffwissenschaften. Verfassen von technischen Berichten. Teamarbeit
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nanotechnologie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Klausur (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Wahlpflichtmodul Nanotechnologie

1	**Modulbezeichnung** 95710	**Grundlagen der Nanotechnologie II** Foundations of Nanotechnology II	**15 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Nano III: Materialien (2 SWS) (WiSe 2026) Vorlesung: Nano IV: Halbleiter (2 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Praktikum Nanotechnologie 2 (5 SWS) (WiSe 2026)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Heinz Werner Höppel Dr.-Ing. Tobias Dirnecker	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Peter Felfer
5	**Inhalt**	Folgende Inhalte werden vermittelt: • Herstellung von Nanomaterialien • Definition von Nanomaterialien • Grundlagen der Thermodynamik und Besonderheiten bei Nanomaterialien • Mechanische Eigenschaften von NM • Severe Plastic Deformation • Bulk Metallic Glass • Bottom-up Verfahren • Schichttechnik • Magnetische Eigenschaften • Herstellung von Halbleitern • Eigenschaften von NM in Halbleitern • Ladungsträgerkonzentrationen im intrinsischen (undotierten) und dotierten Halbleiter • Transporteigenschaften (Drift, Diffusion) von Ladungsträgern im Halbleiter • Funktionsweise von Halbleiterbauelementen (Dioden, Feldeffekttransistoren) • Überblick über die wichtigsten Prozessschritte zur Herstellung von Halbleiterbauelementen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden Fachkompetenz Verstehen • Verstehen grundlegender Prozesse zur Erzeugubg von NC-Materialien • Verstehen grundlegende physikalische Vorgänge (u.a. Drift, Diffusion, Generation, Rekombination) im Halbleiter • Interpretieren Informationen aus Bänderdiagrammen Anwenden • Beschreiben die Funktionsweisen moderner Halbleiterbauelemente • Berechnen Kenngrößen der wichtigsten Bauelemente • Beschreiben von Prozessabläufen und Struktur-eigenschaftskorrelationen Analysieren Folgende Lernziele werden angestrebt:

		• Vertieftes Erlernen des vielfältigen strukturellen Aufbaus der Nanomaterialien • Vertiefung der Zusammenhänge zwischen der Struktur und den Eigenschaften von NM • Anwendung der Thermodynamik auf die Besonderheiten bei NM • Vertiefung des Wissens zu den mechanischen Eigenschaften und den Härtungsmechanismen bei NM • Erwerben von Grundlagen zur Herstellung von NM und Beurteilung unterschiedlicher Verfahren • Vertiefung der erlernten Inhalte durch Übung und Praktikum, Untersuchen der Auswirkung von Nanostrukturen auf mechanische Eigenschaften • Diskutieren das Verhalten der Bauelemente z.B. bei hohen Spannungen oder erhöhter Temperatur
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodul Nanotechnologie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Praktikumsleistung Praktikumsleistung Jeweils 4 Versuche im Praktikum Nanotechnologie 2 und 3 Typischer Protokollumfang pro Versuch: 15 Seiten
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 210 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript, am LEB erhältlich • R. Müller: Grundlagen der Halbleiter-Elektronik, Band 1 der Reihe Halbleiter-Elektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2002 • D.A. Neamen: Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles, McGraw-Hill (Richard D. Irwin Inc.), 2002 • D. Widmann, H. Mader, H. Friedrich: Technology of Integrated Circuits, Springer Verlag, 2000

1	**Modulbezeichnung** 95581	**Werkstoffe: Grundlagen** Materials: Basic principles	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Organische Werkstoffe (2 SWS) Übung: Übungen zu Organischen Werkstoffen (1 SWS) Vorlesung mit Übung: Werkstoffe und ihre Struktur (3 SWS) Übung: Ergänzungen zu Werkstoffe und ihre Struktur (1 SWS)	3 ECTS - 3,5 ECTS 1,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Marcus Halik PD Dr.-Ing. Steffen Neumeier Prof. Dr. Mathias Göken Benno Schönleber Dr. Michael Wurmshuber	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Mathias Göken
5	**Inhalt**	Diese Vorlesung stellt eine breite Einführung in die Grundlagen der Werkstoffkunde dar. Neben den allgemeinen Grundlagen zur inneren Struktur von Werkstoffen werden auch die Grundlagen von Organischen Werkstoffen und nichtmetallisch-anorganischen Werkstoffen vermittelt. Dabei werden in den verschiedenen Vorlesungen die Grundlagen für kristalline und amorphe Werkstoffe erarbeitet. Die verschiedenen Werkstoffgruppen werden übersichtsartig eingeführt und die unterschiedlichen chemischen Bindungstypen rekapituliert. Für die kristallinen Werkstoffe werden dann Abweichungen von der Idealstruktur (Gitterfehler und Realstruktur) und deren Auswirkungen auf die Eigenschaften von Werkstoffen besprochen. Ferner werden mikroskopischen und spektroskopischen Methoden der Materialanalyse behandelt. Außerdem werden die Grundlagen der Thermodynamik behandelt und Grundtypen der Zustandsdiagramme und insbesondere das Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm, die Stähle und Gußeisen besprochen.Die Themengebiete Phasenumwandlungen und Diffusion ergänzen die allgemeinen Grundlagen. Die Vorlesungen nichtmetallisch anorganische Werkstoffe und organische Werkstoffe gehen insbesondere dabei auf die molekularen Strukturen von Polymerwerkstoffen bzw. auf die Besonderheiten von Glas und Keramik ein. Auch einige erste Grundlagen zu den Auswirkungen der Struktur auf die mechansichen Eigenschaften, insbesondere Verformung, Bruch und Festigkeitssteigerung werden behandelt. Ferner wird eine kurze Übersicht über(normgerechte) Werkstoffbezeichnungen gegeben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Anwenden Die Studierenden können die erlernten Grundlagen zur Struktur von Werkstoffen und deren Auswirkungen auf die Werkstoffeigenschaften erklären und ihr Wissen auf Anwendungsfälle übertragen. Dazu müssen verschiedene Problemstellungen den jeweiligen Themenkreisen zugeordnet werden. Entsprechende Vorraussagen zum Werkstoffverhalten können ebenfalls von den Studierenden getroffen

		werden. Einfache Problemstellungen können analysiert werden und zugehörige Berechnungen durchgeführt werden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodul Nanotechnologie Bachelor of Science Mathematik 20261
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Wiederholung der Prüfungen**	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 135 h Eigenstudium: 165 h
15	**Dauer des Moduls**	1 Semester
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
17	**Literaturhinweise**	