

---

# **Modulhandbuch**

**Masterstudiengang Mathematik PO 2013**

**Mathematisch-Naturwissenschaftlich-  
Technische Fakultät**

**Wintersemester 2025/26**

**Prüfungsordnung vom 20.02.2013**

---

**Die weiteren Verwendungsmöglichkeiten der Module in anderen Studiengängen  
können Sie im Digicampus einsehen.**

---

# Übersicht nach Modulgruppen

## 1) Master Mathematik A: Wahlpflichtbereich Mathematik (ECTS: 36)

Version 16 (seit SoSe25)

MTH-1480: Algebraische Geometrie (18 ECTS/LP ).....	14
MTH-1481: Algebraische Geometrie I (9 ECTS/LP ) * .....	17
MTH-1482: Algebraische Geometrie II (9 ECTS/LP ).....	19
MTH-1490: Homologische Algebra (18 ECTS/LP ).....	21
MTH-1500: Schematheorie (18 ECTS/LP ).....	23
MTH-1501: Schematheorie I (9 ECTS/LP ).....	25
MTH-1502: Schematheorie II (9 ECTS/LP ).....	27
MTH-1510: Riemannsche Geometrie (9 ECTS/LP ).....	29
MTH-1520: Differentialtopologie (9 ECTS/LP ) * .....	31
MTH-1530: Algebraische Topologie (9 ECTS/LP ) * .....	33
MTH-1540: Variationsrechnung (9 ECTS/LP ).....	34
MTH-1550: Nichtlineare partielle Differentialgleichungen (9 ECTS/LP ) * .....	35
MTH-1560: Stochastische Differentialgleichungen (9 ECTS/LP ).....	37
MTH-1570: Dynamische Systeme (9 ECTS/LP ) * .....	39
MTH-1580: Kontrolltheorie (9 ECTS/LP ).....	41
MTH-1590: Numerik partieller Differentialgleichungen (9 ECTS/LP ) * .....	43
MTH-1600: Multiskalenmethoden (9 ECTS/LP ).....	45
MTH-1610: Mathematische Modellierung (9 ECTS/LP ).....	47
MTH-1620: Kombinatorische Optimierung (Optimierung III) (9 ECTS/LP ).....	48
MTH-1650: Diskrete Mathematik (Optimierung IV) (9 ECTS/LP ).....	49
MTH-1660: Mathematische Statistik (Stochastik III) (9 ECTS/LP ) * .....	51
MTH-1670: Stochastische Prozesse (Stochastik IV) (9 ECTS/LP ).....	53
MTH-1680: Optimierung IV (Globale Optimierung) (9 ECTS/LP ) * .....	55
MTH-1801: Betrachtungen zur Axiomatische Mengenlehre (9 ECTS/LP ).....	57
MTH-1920: Nichtlineare Kontrolltheorie (9 ECTS/LP ).....	59
MTH-1960: Quantitative Methoden des Risikomanagements (9 ECTS/LP , Wahlpflicht).....	60
MTH-1980: Numerische Verfahren zur Modellreduktion (= Modellreduktion) (9 ECTS/LP ).....	61

---

\* = Im aktuellen Semester wird mindestens eine Lehrveranstaltung für dieses Modul angeboten

MTH-2050: Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik I) (9 ECTS/LP ) *	62
MTH-2060: Numerische Verfahren der Finanzmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik II) (9 ECTS/LP )	64
MTH-2110: Zins- und Kreditmodelle (9 ECTS/LP , Wahlpflicht)	65
MTH-2115: Zeitstetige Finanzmathematik (9 ECTS/LP )	67
MTH-2150: Algebraische Zahlentheorie (9 ECTS/LP , Wahlpflicht)	69
MTH-2170: Zeitreihenanalyse (Stochastik IV) (9 ECTS/LP )	70
MTH-2220: Adaptive Finite Elemente-Verfahren (9 ECTS/LP , Wahlpflicht)	71
MTH-2250: Symplectic Geometry (9 ECTS/LP ) *	73
MTH-2251: Contact Topology (9 ECTS/LP )	74
MTH-2252: H-Principles in Contact Topology (9 ECTS/LP )	75
MTH-2270: Algebraische Topologie (Vertiefung) (9 ECTS/LP )	76
MTH-2320: Markov-Ketten und Monte-Carlo-Simulation (9 ECTS/LP , Wahlpflicht)	77
MTH-2340: Holomorphic curves - an introduction to the modern methods of symplectic geometry (9 ECTS/LP , Wahlpflicht)	78
MTH-2490: Endliche Körper (9 ECTS/LP )	79
MTH-2520: Algebraic groups and homogeneous spaces (9 ECTS/LP )	80
MTH-2530: Perverse Garben (9 ECTS/LP )	81
MTH-2540: Floer Homologie (9 ECTS/LP ) *	82
MTH-2590: Topics in Galois Fields (9 ECTS/LP )	83
MTH-2640: Kategorientheorie (9 ECTS/LP )	85
MTH-2643: Betrachtungen zur Mathematischen Logik (9 ECTS/LP )	86
MTH-2650: Homotopietypentheorie (9 ECTS/LP ) *	87
MTH-2690: Inverse Probleme (9 ECTS/LP )	89
MTH-2710: Homotopische Algebra (18 ECTS/LP )	90
MTH-2730: Homotopietheorie (9 ECTS/LP )	91
MTH-3251: Complex Geometry I (9 ECTS/LP , Wahlpflicht)	92
MTH-3265: Lie-Gruppen und homogene Räume (9 ECTS/LP )	93
MTH-3280: Nonlinear Functional Analysis (9 ECTS/LP )	94
MTH-3500: Spezielle Kapitel der Algebra (3 ECTS/LP )	95
MTH-3510: Spezielle Kapitel der Analysis (3 ECTS/LP ) *	96

MTH-3520: Spezielle Kapitel der Geometrie (3 ECTS/LP ).....	97
MTH-3530: Spezielle Kapitel der Optimierung (3 ECTS/LP ).....	98
MTH-3540: Spezielle Kapitel der Stochastik (3 ECTS/LP ) *.....	99
MTH-3550: Spezielle Kapitel der Numerik (3 ECTS/LP ) *.....	100
MTH-3560: Ausgewählte Kapitel der Variationsrechnung (9 ECTS/LP ).....	101
MTH-3580: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Analysis (6 ECTS/LP ).....	102
MTH-3590: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten (9 ECTS/LP ).....	103
MTH-3650: Finite Elemente in der Variationsrechnung (9 ECTS/LP ).....	104
MTH-9622: Elemente der geometrischen Maßtheorie (6 ECTS/LP ).....	106

## 2) Master Mathematik B: Mathematische Seminare (ECTS: 12)

Version 5 (seit WS24/25)

MTH-1340: Seminar zur Algebra (6 ECTS/LP ) *.....	107
MTH-1360: Seminar zur Analysis (6 ECTS/LP ) *.....	109
MTH-1380: Seminar zur Geometrie (6 ECTS/LP ) *.....	111
MTH-1400: Seminar zur Optimierung (6 ECTS/LP ) *.....	114
MTH-1410: Seminar zur Stochastik (6 ECTS/LP ) *.....	115
MTH-1640: Oberseminar zur Optimierung (6 ECTS/LP ) *.....	117
MTH-1720: Oberseminar zur Algebra (6 ECTS/LP ) *.....	118
MTH-1730: Oberseminar zur Analysis (6 ECTS/LP ) *.....	119
MTH-1740: Oberseminar zur Differentialgeometrie (= Oberseminar zur Geometrie) (6 ECTS/LP ) *.....	121
MTH-1750: Oberseminar zur Numerik (6 ECTS/LP ) *.....	122
MTH-1760: Oberseminar zur Stochastik (6 ECTS/LP ) *.....	124
MTH-2090: Seminar zur Numerik (6 ECTS/LP ) *.....	126

## 3) Master Mathematik C: Softwareprojekt (ECTS: 6)

Version 1 (seit WS15/16)

MTH-1770: Mathematisches Softwareprojekt (6 ECTS/LP ).....	129
--	-----

## 4) Master Mathematik D: Wahlbereich (ECTS: 18)

Version 21 (seit WS25/26)

MTH-1320: Vorbereitungsmodul (6 ECTS/LP ) *.....	130
MTH-1480: Algebraische Geometrie (18 ECTS/LP ).....	132

MTH-1481: Algebraische Geometrie I (9 ECTS/LP) *	135
MTH-1482: Algebraische Geometrie II (9 ECTS/LP)	137
MTH-1490: Homologische Algebra (18 ECTS/LP)	139
MTH-1500: Schematheorie (18 ECTS/LP)	141
MTH-1501: Schematheorie I (9 ECTS/LP)	143
MTH-1502: Schematheorie II (9 ECTS/LP)	145
MTH-1660: Mathematische Statistik (Stochastik III) (9 ECTS/LP) *	147
MTH-1680: Optimierung IV (Globale Optimierung) (9 ECTS/LP) *	149
MTH-1690: Parabolische partielle Differentialgleichungen (9 ECTS/LP)	151
MTH-1785: Stochastische Modellierung komplexer Systeme (9 ECTS/LP)	152
MTH-1801: Betrachtungen zur Axiomatische Mengenlehre (9 ECTS/LP)	153
MTH-1940: String Topology (9 ECTS/LP)	155
MTH-1950: Codierungstheorie (6 ECTS/LP)	156
MTH-1960: Quantitative Methoden des Risikomanagements (9 ECTS/LP)	158
MTH-1970: Liegruppen und ihre Darstellungen (9 ECTS/LP)	159
MTH-1980: Numerische Verfahren zur Modellreduktion (= Modellreduktion) (9 ECTS/LP)	161
MTH-1990: Algebraische Graphentheorie (3 ECTS/LP)	162
MTH-1991: Graphentheorie (9 ECTS/LP)	164
MTH-2000: Financial Optimization (3 ECTS/LP)	165
MTH-2030: Parametrische Optimierung (5 ECTS/LP)	166
MTH-2110: Zins- und Kreditmodelle (9 ECTS/LP)	168
MTH-2115: Zeitstetige Finanzmathematik (9 ECTS/LP)	170
MTH-2130: Seminar zur Codierungstheorie (6 ECTS/LP)	172
MTH-2140: Mathematik der Allgemeinen Relativitätstheorie (6 ECTS/LP)	173
MTH-2150: Algebraische Zahlentheorie (9 ECTS/LP)	175
MTH-2170: Zeitreihenanalyse (Stochastik IV) (9 ECTS/LP)	176
MTH-2180: Generalisierte Lineare Modelle (6 ECTS/LP)	177
MTH-2210: Stochastische Evolutionsgleichungen (9 ECTS/LP)	178
MTH-2251: Contact Topology (9 ECTS/LP)	179
MTH-2252: H-Principles in Contact Topology (9 ECTS/LP)	180
MTH-2270: Algebraische Topologie (Vertiefung) (9 ECTS/LP)	181

MTH-2280: Stochastische Modelle für Finanz- und Energiemärkte (3 ECTS/LP ).....	182
MTH-2320: Markov-Ketten und Monte-Carlo-Simulation (9 ECTS/LP ).....	183
MTH-2340: Holomorphic curves - an introduction to the modern methods of symplectic geometry (9 ECTS/LP ).....	184
MTH-2350: Modellkategorien (9 ECTS/LP ).....	185
MTH-2380: Bayessche Statistik und Ökonometrie (6 ECTS/LP ).....	187
MTH-2450: Seminar zur Kombinatorik (6 ECTS/LP ).....	189
MTH-2470: Markovketten (9 ECTS/LP ).....	190
MTH-2490: Endliche Körper (9 ECTS/LP ).....	192
MTH-2510: Advanced Methods in Machine Learning (3 ECTS/LP ).....	193
MTH-2511: Advanced Methods in Machine Learning II (3 ECTS/LP ).....	194
MTH-2520: Algebraic groups and homogeneous spaces (9 ECTS/LP ).....	195
MTH-2530: Perverse Garben (9 ECTS/LP ).....	196
MTH-2540: Floer Homologie (9 ECTS/LP ) *.....	197
MTH-2581: Advanced Survival Analysis (8 ECTS/LP ).....	198
MTH-2590: Topics in Galois Fields (9 ECTS/LP ).....	199
MTH-2600: Nichtparametrische Statistik (6 ECTS/LP ).....	201
MTH-2640: Kategorientheorie (9 ECTS/LP ).....	202
MTH-2643: Betrachtungen zur Mathematischen Logik (9 ECTS/LP ).....	203
MTH-2650: Homotopietheorie (9 ECTS/LP ) *.....	204
MTH-2670: Computational Algebraic Geometry (6 ECTS/LP ).....	206
MTH-2690: Inverse Probleme (9 ECTS/LP ).....	207
MTH-2700: Fortgeschrittene Themen der diskreten Wahrscheinlichkeitstheorie (9 ECTS/LP ) *.....	208
MTH-2710: Homotopische Algebra (18 ECTS/LP ).....	210
MTH-2720: Nicht-kommutative Ring- und Modultheorie (9 ECTS/LP ).....	211
MTH-2730: Homotopietheorie (9 ECTS/LP ).....	213
MTH-2750: Hochdimensionale Wahrscheinlichkeitstheorie mit Anwendungen in Data Science (9 ECTS/LP ).....	214
MTH-3000: Spezielle Kapitel der Geometrie (6 ECTS/LP ).....	215
MTH-3001: Spezielle Kapitel der Geometrie (9 ECTS/LP ) *.....	216
MTH-3210: Spin-Geometrie (9 ECTS/LP ).....	218
MTH-3220: Ausgewählte Themen der geometrischen Topologie (9 ECTS/LP ).....	219

MTH-3240: Morse Homologie (9 ECTS/LP ).....	220
MTH-3251: Complex Geometry I (9 ECTS/LP , Wahlpflicht).....	221
MTH-3260: Transformationsgruppen (9 ECTS/LP ).....	222
MTH-3265: Lie-Gruppen und homogene Räume (9 ECTS/LP ).....	223
MTH-3270: Algebraische K-Theorie (3 ECTS/LP ).....	224
MTH-3280: Nonlinear Functional Analysis (9 ECTS/LP ).....	225
MTH-3290: Einführung in die Himmelsmechanik (3 ECTS/LP ).....	226
MTH-3291: Einführung in Billardsysteme (6 ECTS/LP ).....	227
MTH-3300: Mathematische Physik (9 ECTS/LP ).....	228
MTH-3500: Spezielle Kapitel der Algebra (3 ECTS/LP ).....	229
MTH-3510: Spezielle Kapitel der Analysis (3 ECTS/LP ) * .....	230
MTH-3520: Spezielle Kapitel der Geometrie (3 ECTS/LP ).....	231
MTH-3530: Spezielle Kapitel der Optimierung (3 ECTS/LP ).....	232
MTH-3540: Spezielle Kapitel der Stochastik (3 ECTS/LP ) * .....	233
MTH-3550: Spezielle Kapitel der Numerik (3 ECTS/LP ) * .....	234
MTH-3560: Ausgewählte Kapitel der Variationsrechnung (9 ECTS/LP ).....	235
MTH-3570: Lesekurs Dynamische Systeme (6 ECTS/LP ).....	236
MTH-3580: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Analysis (6 ECTS/LP ).....	237
MTH-3585: Ausgewählte Kapitel der Stochastischen Analysis (6 ECTS/LP ).....	238
MTH-3590: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten (9 ECTS/ LP ).....	239
MTH-3650: Finite Elemente in der Variationsrechnung (9 ECTS/LP ).....	240
MTH-4290: Spezielle Kapitel der Mathematical Data Science (3 ECTS/LP ) * .....	242
MTH-9622: Elemente der geometrischen Maßtheorie (6 ECTS/LP ).....	243
MTH-1810: Topologische Kombinatorik (9 ECTS/LP ).....	244
MTH-1850: Einführung in die Codierungstheorie (3 ECTS/LP ).....	246
MTH-1860: Einführung in die Projektive Geometrie (6 ECTS/LP ).....	248
MTH-1870: Mathematische Eichtheorie (9 ECTS/LP ).....	250
MTH-1900: Einführung in die Kryptographie (6 ECTS/LP ).....	251
MTH-2010: Numerik Stochastischer Differentialgleichungen (6 ECTS/LP ).....	253
MTH-2100: Design Theorie (3 ECTS/LP ).....	255

MTH-2220: Adaptive Finite Elemente-Verfahren (9 ECTS/LP ).....	256
MTH-2300: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Funktionalanalysis (6 ECTS/LP ).....	258
MTH-2330: Ergodentheorie und zufällige Dynamische Systeme (6 ECTS/LP ).....	260
MTH-2050: Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik I) (9 ECTS/LP ) *	261
MTH-2060: Numerische Verfahren der Finanzmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik II) (9 ECTS/LP ).....	263
MTH-1510: Riemannsche Geometrie (9 ECTS/LP ).....	264
MTH-1520: Differentialtopologie (9 ECTS/LP ) *	266
MTH-1540: Variationsrechnung (9 ECTS/LP ).....	268
MTH-1550: Nichtlineare partielle Differentialgleichungen (9 ECTS/LP ) *	269
MTH-1560: Stochastische Differentialgleichungen (9 ECTS/LP ).....	271
MTH-1570: Dynamische Systeme (9 ECTS/LP ) *	273
MTH-1590: Numerik partieller Differentialgleichungen (9 ECTS/LP ) *	275
MTH-1600: Multiskalenmethoden (9 ECTS/LP ).....	277
MTH-1610: Mathematische Modellierung (9 ECTS/LP ).....	279
MTH-1620: Kombinatorische Optimierung (Optimierung III) (9 ECTS/LP ).....	280
MTH-1670: Stochastische Prozesse (Stochastik IV) (9 ECTS/LP ).....	281
MTH-2250: Symplectic Geometry (9 ECTS/LP ) *	283

## **5) Master Mathematik E-W: Nebenfach Wirtschaftswissenschaften (ECTS: 18)**

**Version 11 (seit WS24/25)**

WIW-5006: Computational Macroeconomics (6 ECTS/LP ) *	284
WIW-5072: Supply Chain Management I (6 ECTS/LP ) *	286
WIW-5138: Advanced Services Marketing (6 ECTS/LP ) *	288
WIW-5163: Finanzwissenschaftliche Steuerlehre (6 ECTS/LP ) *	290
WIW-5177: Controlling (6 ECTS/LP ) *	292
WIW-5191: Behavioural Controlling (6 ECTS/LP ) *	294
WIW-5223: Decision Optimization (6 ECTS/LP ) *	296
WIW-5224: Analytics & Optimization: Methods & Software (6 ECTS/LP ).....	298
WIW-5227: Revenue Management (6 ECTS/LP ).....	299
WIW-5232: Analytics & Optimization: Applications (6 ECTS/LP ).....	301
WIW-5259: Projekt: Data Science (6 ECTS/LP ).....	302

---

\* = Im aktuellen Semester wird mindestens eine Lehrveranstaltung für dieses Modul angeboten

# Inhaltsverzeichnis

---

WIW-5047: Seminar Finanzmarktökonomie (6 ECTS/LP , Wahlpflicht) *	304
WIW-5021: Analysis and Valuation Basic I: Unternehmensplanung und -analyse (6 ECTS/LP , Wahlpflicht)	306
WIW-5022: Analysis and Valuation Advanced I: Unternehmensbewertung (6 ECTS/LP , Wahlpflicht) *	308
WIW-5023: International Accounting Advanced I: Rechnungslegung Internationaler Unternehmen (6 ECTS/LP , Wahlpflicht) *	310
WIW-5024: Hauptseminar (Accounting Research Seminar) (6 ECTS/LP , Wahlpflicht) *	312
WIW-5158: Seminar Industrial Economics of Financial Services (6 ECTS/LP , Wahlpflicht)	314
WIW-5028: Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung (6 ECTS/LP , Wahlpflicht)	316
WIW-5026: Financial Engineering und Structured Finance (6 ECTS/LP , Wahlpflicht) *	318
WIW-5048: Seminar Bank- und Finanzmanagement (6 ECTS/LP , Wahlpflicht)	320
WIW-5049: Seminar Empirical Finance (6 ECTS/LP , Wahlpflicht)	322
WIW-5117: Consumer Behavior: Werbung I (6 ECTS/LP , Wahlpflicht)	324
WIW-5109: Consumer Behavior: Hausarbeit (Empirische Forschung) (6 ECTS/LP , Wahlpflicht)	325
WIW-5126: Consumer Behavior: Hausarbeit zu Werbetheorien (6 ECTS/LP , Wahlpflicht)	326
WIW-5114: Corporate Governance: Theorie (6 ECTS/LP , Wahlpflicht) *	327
WIW-5115: Corporate Governance: Research (6 ECTS/LP , Wahlpflicht) *	330
WIW-5136: Services Marketing: Research (Master) (6 ECTS/LP , Wahlpflicht)	332
WIW-5094: Information Systems Research (6 ECTS/LP , Wahlpflicht) *	333
WIW-5093: Global E-Business and Electronic Markets (6 ECTS/LP , Wahlpflicht)	335
WIW-5133: Human Resources: Personalmanagement (6 ECTS/LP , Wahlpflicht)	337
WIW-5096: Performance Analysis of Stochastic Systems (6 ECTS/LP , Wahlpflicht) *	338
WIW-5090: Seminar Health Care Operations Management (6 ECTS/LP , Wahlpflicht) *	340
WIW-5102: Advanced Management Support (6 ECTS/LP , Wahlpflicht)	342
WIW-5150: Seminar zur empirischen Makroökonomie (Master) (6 ECTS/LP , Wahlpflicht)	344
WIW-5160: Gesundheitsökonomik - Health Economics (6 ECTS/LP , Wahlpflicht)	345
WIW-5151: Seminar Gesundheitsökonomik (Master) (6 ECTS/LP , Wahlpflicht) *	347
WIW-5159: Wettbewerbstheorie und -politik (6 ECTS/LP , Wahlpflicht)	349
WIW-5157: Seminar Industrial Economics and Information (Master) (6 ECTS/LP , Wahlpflicht)	351
WIW-5153: Finanzintermediation und Regulierung (Stabilität im Finanzsektor) (6 ECTS/LP , Wahlpflicht) *	353
WIW-5161: Umweltökonomik (6 ECTS/LP , Wahlpflicht)	356

---

\* = Im aktuellen Semester wird mindestens eine Lehrveranstaltung für dieses Modul angeboten

WIW-5154: Internationale Umweltpolitik II (6 ECTS/LP , Wahlpflicht).....	358
--	-----

## **6) Master Mathematik E-I: Nebenfach Informatik (ECTS: 18)**

**Version 14 (seit WS25/26)**

INF-0077: Suchmaschinen (8 ECTS/LP ).....	360
INF-0078: Datenbankprogrammierung (Oracle) (5 ECTS/LP ) * .....	362
INF-0087: Multimedia Grundlagen I (8 ECTS/LP ) * .....	364
INF-0092: Multimedia II: Machine Learning and Computer Vision (8 ECTS/LP ).....	366
INF-0129: Softwaretechnik II (8 ECTS/LP ) * .....	368
INF-0130: Formale Methoden im Software Engineering (8 ECTS/LP ).....	371
INF-0133: Selbstorganisierende, adaptive Systeme (8 ECTS/LP ) * .....	373
INF-0147: Prozessorarchitektur (5 ECTS/LP ).....	375
INF-0149: Praktikum Eingebettete Systeme (5 ECTS/LP ).....	377
INF-0166: Multimedia Grundlagen II (8 ECTS/LP ).....	379
INF-0179: Einführung in die Spieleprogrammierung (8 ECTS/LP ).....	381
INF-0183: Praktikum Spieleprogrammierung (8 ECTS/LP ) * .....	383
INF-0207: Reinforcement Learning (8 ECTS/LP ).....	385
INF-0233: Industrierobotik (8 ECTS/LP ).....	387
INF-0277: Analyzing Massive Data Sets (8 ECTS/LP ).....	389
INF-0293: Advanced Deep Learning (8 ECTS/LP ) * .....	391
INF-0307: Modellbasierte Entwicklung und Analyse von Software Systemen (6 ECTS/LP ).....	393
INF-0309: Echtzeitsysteme (8 ECTS/LP ) * .....	395
INF-0335: Safety-Critical Systems (5 ECTS/LP ).....	397
INF-0362: Grundlagen verteilter und paralleler Systeme (6 ECTS/LP ).....	399
INF-0367: Advanced Machine Learning and Computer Vision (5 ECTS/LP ) * .....	401
INF-0371: Approximation Algorithms (5 ECTS/LP ) * .....	403
INF-0383: Algorithmen für Big Data (5 ECTS/LP ).....	405
INF-0428: Praktikum Programming Parallel Embedded Systems (5 ECTS/LP ).....	407
INF-0462: Embedded Hardware Lab (8 ECTS/LP ).....	409
INF-0472: Management von Kommunikationsnetzen (5 ECTS/LP ).....	411
INF-0499: Foundation Models in Deep Learning (5 ECTS/LP ).....	413
INF-0511: Processor Design Lab (8 ECTS/LP ) * .....	415

---

\* = Im aktuellen Semester wird mindestens eine Lehrveranstaltung für dieses Modul angeboten

INF-3027: Algorithmic Game Theory (8 ECTS/LP ) \* .....417

**7) Master Mathematik E-Phy: Nebenfach Physik (ECTS: 18)**

Version 7 (seit WS24/25)

PHM-0049: Nanostructures / Nanophysics (6 ECTS/LP )..... 419

PHM-0053: Chemical Physics I (6 ECTS/LP )..... 421

PHM-0054: Chemical Physics II (6 ECTS/LP )..... 423

PHM-0056: Ion-Solid Interaction (6 ECTS/LP )..... 425

PHM-0057: Physics of Thin Films (6 ECTS/LP ).....427

PHM-0059: Magnetism (6 ECTS/LP ).....429

PHM-0060: Low Temperature Physics (6 ECTS/LP ) \* ..... 431

PHM-0063: Physik der Atmosphäre I (6 ECTS/LP ) \* ..... 433

PHM-0065: Physik der Atmosphäre II (6 ECTS/LP ).....435

PHM-0066: Superconductivity (6 ECTS/LP )..... 437

PHM-0067: Complex Materials: Fundamentals and Applications (8 ECTS/LP )..... 439

PHM-0068: Spintronics (6 ECTS/LP )..... 441

PHM-0069: Applied Magnetic Materials and Methods (6 ECTS/LP )..... 443

PHM-0071: Nonequilibrium Statistical Physics (8 ECTS/LP )..... 445

PHM-0079: Theorie der Phasenübergänge (8 ECTS/LP )..... 447

PHM-0082: Ungeordnete Systeme (8 ECTS/LP )..... 449

PHM-0083: Computational Physics and Materials Science (8 ECTS/LP )..... 451

PHM-0084: Theorie der kondensierten Materie (8 ECTS/LP )..... 453

PHM-0085: Theoretische Biophysik (8 ECTS/LP )..... 455

PHM-0086: Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme (8 ECTS/LP )..... 457

PHM-0087: Basics of Quantum Computing (8 ECTS/LP )..... 459

PHM-0100: Seminar über Ausgewählte Aspekte der Klima- und Atmosphärenforschung (4 ECTS/  
LP )..... 461

PHM-0117: Surfaces and Interfaces (6 ECTS/LP ) \* ..... 463

PHM-0187: Mathematik und Physik der Raum-Zeit (8 ECTS/LP ).....465

PHM-0193: Plasma-Material-Wechselwirkung (6 ECTS/LP ) \* .....467

PHM-0219: Moderne Optik (6 ECTS/LP )..... 469

PHM-0225: Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists (6 ECTS/LP ) \* ..... 471

---

\* = Im aktuellen Semester wird mindestens eine Lehrveranstaltung für dieses Modul angeboten

PHM-0226: Digital Electronics for Physicists and Materials Scientists (6 ECTS/LP ).....	473
PHM-0046: Theoretische Festkörperphysik (8 ECTS/LP ).....	474
PHM-0044: Experimentelle Festkörperphysik (8 ECTS/LP ) *.....	476
PHM-0070: Vielteilchentheorie (8 ECTS/LP ).....	479
PHM-0073: Relativistische Quantenfeldtheorie (8 ECTS/LP ) *.....	481
PHM-0075: Allgemeine Relativitätstheorie (8 ECTS/LP ).....	483
PHM-0077: Theorie des Magnetismus (8 ECTS/LP ).....	485
PHM-0080: Theorie der Supraleitung (8 ECTS/LP ).....	487
PHM-0048: Physics and Technology of Semiconductor Devices (6 ECTS/LP ).....	489
PHM-0052: Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons (6 ECTS/LP ) *.....	491
PHM-0133: Physik der Gläser (6 ECTS/LP ).....	493
PHM-0058: Organic Semiconductors (6 ECTS/LP ).....	495
PHM-0051: Biophysics and Biomaterials (6 ECTS/LP ).....	497
PHM-0061: Plasmaphysik und Fusionsforschung (6 ECTS/LP ) *.....	499
PHM-0102: Seminar über Moderne Aspekte der Quantentheorie (4 ECTS/LP ).....	501
PHM-0192: Erweiterungsmodul Physik (2 ECTS/LP ).....	503

## **8) Master Mathematik E-PhG: Nebenfach Physische Geographie (ECTS: 18)**

### **Version 4 (seit WS22/23)**

GEO-2027: Aufbaumodul 1 - Physische Geographie (6 ECTS/LP ) *.....	504
GEO-2025: Arbeitsmethoden (12 ECTS/LP ) *.....	506
GEO-3083: Aufbaumodul 2 - Physische Geographie (6 ECTS/LP ) *.....	508

## **9) Master Mathematik E-HG: Nebenfach Humangeographie (ECTS: 18)**

### **Version 3 (seit WS22/23)**

GEO-2026: Aufbaumodul 1 - Humangeographie (6 ECTS/LP ) *.....	510
GEO-3082: Aufbaumodul 2 - Humangeographie (6 ECTS/LP ) *.....	512
GEO-2025: Arbeitsmethoden (12 ECTS/LP ) *.....	514

## **10) Master Mathematik E-Phi: Philosophie (ECTS: 18)**

### **Version 1 (seit WS15/16)**

PHI-0209: MPhil 1: Orientierungs- und Wahlbereich (18 ECTS/LP ) *.....	516
PHI-0210: MPhil 2: Aktualität der Klassiker (18 ECTS/LP ) *.....	518

PHI-0211: MPhil 3: Probleme und Perspektiven der analytischen Philosophie und Wissenschaftstheorie (18 ECTS/LP ) * .....	520
PHI-0212: MPhil 4: Probleme und Perspektiven der Philosophischen Ethik (18 ECTS/LP ) * .....	524
PHI-0213: MPhil 5: Probleme und Perspektiven der Metaphysik und Religionsphilosophie (18 ECTS/ LP ) * .....	527

## **11) Master Mathematik F: Abschlussleistung (ECTS: 30)**

**Version 1 (seit WS15/16)**

MTH-2020: Masterarbeit mit Kolloquium (30 ECTS/LP ) .....	529
---	-----

<b>Modul MTH-1480: Algebraische Geometrie</b> <i>Algebraic Geometry</i>		18 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Im Rahmen der Vorlesung haben die Studenten gelernt, ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen anhand konkreter Probleme aus der algebraischen Geometrie anzuwenden. Daneben ist neben einem mathematischen auch ein gutes intuitives Verständnis für geometrische Konstruktionen wie den projektiven Raum, Faserbündel, Produkte und Aufblasungen erreicht worden.		
<b>Bemerkung:</b> Wer MTH-1481 bzw. MTH-1482 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 540 Std. 8 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 4 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 2 Semester
<b>SWS:</b> 12,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Moduleile</b>		
<b>Modulteil: Algebraische Geometrie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 12,00 <b>ECTS/LP:</b> 18.0		

**Inhalte:**

Eine algebraische Varietät im affinen Raume  $A^n$  läßt sich naiv als gemeinsame Lösungsmenge eines Systems polynomieller Gleichungen in  $n$  Variablen auffassen. Ein Spezialfall ist durch eine ebene algebraische Kurve  $C$  gegeben, das ist die Nullstellenmenge eines nicht trivialen Polynoms  $f(X, Y)$  in zwei Variablen. Ist das Polynom linear, erhalten wir eine Gerade, ist das Polynom quadratisch, ist die algebraische Kurve ein Kegelschnitt. Sei  $D$  eine weitere algebraische Kurve, die durch ein Polynomgleichung  $g(X, Y) = 0$  gegeben ist. Wir können uns fragen, in wie vielen Punkten sich  $C$  und  $D$  in der Ebene schneiden, wie groß also die gemeinsame Lösungsmenge ist. Schließen wir den Fall aus, daß  $f(X, Y)$  und  $g(X, Y)$  gemeinsame Faktoren haben, läßt sich überlegen, daß die Anzahl der Schnittpunkte höchstens das Produkt der Grade von  $f$  und  $g$  ist. Zwei Geraden schneiden sich beispielsweise höchstens in einem Punkte. eine Gerade und ein Kegelschnitt in höchstens zwei Punkten. Im allgemeinen gilt nicht Gleichheit, so schneiden sich zwei parallele Geraden zum Beispiel überhaupt nicht. Dies können wir verhindern, wenn wir geeignet Punkte im Unendlichen hinzufügen, in denen sich parallele Geraden schneiden. Wir sagen dann, daß wir die affine Ebene durch die projektive Ebene ersetzen und daß die projektive Ebene eine Kompaktifizierung der affinen Ebene ist. Aber auch wenn die Schnittpunkte von  $C$  und  $D$  in der projektiven Ebene zählen, muß immer noch keine Gleichheit zum Produkte der Grade von  $f$  und  $g$  gelten: In der reellen Ebene etwa lassen sich leicht Kegelschnitte (z.B. disjunkte Kreise) angeben, die sich überhaupt nicht schneiden. Wenn wir aber als Koeffizienten die komplexen Zahlen nehmen oder allgemein Elemente eines algebraisch abgeschlossenen Körpers, haben wir immer Schnittpunkte. Und dennoch kann es sein, daß die Anzahl der Schnittpunkte kleiner als dem Produkt der Grade ist, so schneidet eine Tangente eines Kegelschnittes diesen in nur einem Punkt. Zählen wir jedoch Schnittpunkte mit gewissen Vielfachheiten (Tangentialpunkte etwa mit mindestens Vielfachheit 2, so folgt schließlich der Bézoutsche Satz, der sagt, daß sich zwei Kurven in der projektiven Ebene, die durch Polynome von Graden  $a$  und  $b$  über den komplexen Zahlen gegeben sind, in genau  $a \cdot b$  Punkten schneiden, wenn wir die Schnittpunkte mit Vielfachheiten zählen. Die genaue Ableitung dieser Tatsachen ist einer der Anfänge der algebraischen Geometrie. Es stellt sich die Frage nach höherdimensionalen Verallgemeinerungen dieser Tatsache, etwa wenn wir anstelle von Kurven in der Ebene Varietäten betrachten, die in einer gemeinsamen algebraischen Varietät enthalten sind. Das Schnittverhalten wird komplizierter sein, weil anstelle von Schnittpunkten auch kompliziertere Objekte die Schnittmenge bilden können. All dies ist Gegenstand der sogenannten Schnitttheorie, mit der wir uns im Modul beschäftigen wollen. Konkrete Aussagen, die mit Hilfe der Schnitttheorie gewonnen werden können, sehen etwa wie die folgende aus: Die Anzahl der Kegelschnitte, die tangential an insgesamt 8 allgemeinen Quadriken im drei-dimensionalen projektiven Raum liegen, ist 4.407.296.

Algebraische Varietäten

Rationale Äquivalenz

Divisoren

Vektorbündel und Chernsche Klassen

Kegel und Segresche Klassen

Schnittprodukte

Schnittmultiplizitäten

Schnitte nicht-singulärer Varietäten

Dynamisches Schnittverhalten

Graßmannsche Varietäten

Riemann-Rochscher Satz für nicht-singuläre Varietäten

Bivariate Schnitttheorie

Riemann-Rochscher Satz für singuläre Varietäten

Studenten, die im Rahmen ihres Masterstudiums die Algebra zu ihrem Spezialgebiet machen wollen, finden in dieser Vorlesung eine unentbehrliche Grundlage für die über die im Bachelorstudium gelehrt hinausgehende Algebra.

Die Vorlesung ist zudem für Studenten interessant, die sich in Topologie,

**Literatur:**

W. Fulton: Intersection Theory. Springer-Verlag.

I. Shafarevich: Basic Algebraic Geometry (I + II). Springer-Verlag.

**Prüfung**

**Algebraische Geometrie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-1481: Algebraische Geometrie I</b> <i>Algebraic Geometry I</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Im Rahmen der Vorlesung haben die Studenten gelernt, ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen anhand konkreter Probleme aus der algebraischen Geometrie anzuwenden. Daneben ist neben einem mathematischen auch ein gutes intuitives Verständnis für geometrische Konstruktionen wie den projektiven Raum, Faserbündel, Produkte und Aufblasungen erreicht worden.		
<b>Bemerkung:</b> Wer MTH-1480 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteil:</b> <b>Algebraische Geometrie I</b>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung
<b>Sprache:</b> Deutsch
<b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Algebraische Varietäten</li> <li>Rationale Äquivalenz</li> <li>Divisoren</li> <li>Vektorbündel und Chernsche Klassen</li> <li>Kegel und Segresche Klassen</li> <li>Schnittprodukte</li> <li>Schnittmultiplizitäten</li> <li>Schnitte nicht-singulärer Varietäten</li> <li>Dynamisches Schnittverhalten</li> <li>Graßmannsche Varietäten</li> <li>Riemann-Rochscher Satz für nicht-singuläre Varietäten</li> <li>Bivariate Schnitttheorie</li> <li>Riemann-Rochscher Satz für singuläre Varietäten</li> </ul>
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>W. Fulton: Intersection Theory. Springer-Verlag.</li> <li>I. Shafarevich: Basic Algebraic Geometry (I + II). Springer-Verlag.</li> </ul>
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Algebraische Geometrie I</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>

**Prüfung**

**Algebraische Geometrie**

Portfolioprüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

Eine Prüfungsanmeldung und eine Prüfung zu diesem Modul kann in jedem Semester erfolgen. In den Semestern, in denen die zugehörige Veranstaltung nicht stattfindet, werden die Kompetenzen abweichend in einer mündlichen Prüfung geprüft.

<b>Modul MTH-1482: Algebraische Geometrie II</b> <i>Algebraic Geometry II</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Im Rahmen der Vorlesung haben die Studenten gelernt, ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen anhand konkreter Probleme aus der algebraischen Geometrie anzuwenden. Daneben ist neben einem mathematischen auch ein gutes intuitives Verständnis für geometrische Konstruktionen wie den projektiven Raum, Faserbündel, Produkte und Aufblasungen erreicht worden.		
<b>Bemerkung:</b> Wer MTH-1480 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteil</b>
<b>Modulteil: Algebraische Geometrie II</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Algebraische Varietäten</li> <li>Rationale Äquivalenz</li> <li>Divisoren</li> <li>Vektorbündel und Chernsche Klassen</li> <li>Kegel und Segresche Klassen</li> <li>Schnittprodukte</li> <li>Schnittmultiplizitäten</li> <li>Schnitte nicht-singulärer Varietäten</li> <li>Dynamisches Schnittverhalten</li> <li>Graßmannsche Varietäten</li> <li>Riemann-Rochscher Satz für nicht-singuläre Varietäten</li> <li>Bivariate Schnitttheorie</li> <li>Riemann-Rochscher Satz für singuläre Varietäten</li> </ul>
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>W. Fulton: Intersection Theory. Springer-Verlag.</li> <li>I. Shafarevich: Basic Algebraic Geometry (I + II). Springer-Verlag.</li> </ul>

**Prüfung**

**Algebraische Geometrie II**

Mündliche Prüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

Die genauen Prüfungsmodalitäten werden am Anfang der Vorlesung bekannt gegeben.

<b>Modul MTH-1490: Homologische Algebra</b> <i>Homological Algebra</i>		18 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Den Studenten ist ein Werkzeugkasten abstrakter algebraischer Methoden an die Hand gegeben worden, mit denen sie Probleme in so unterschiedlichen mathematischen Teilbereichen wie der Algebra, Geometrie, Topologie oder Analysis lösen können. Die Studenten haben dazu im Modul gelernt, die abstrakten Methoden auf spezielle Probleme anzuwenden und können zudem konkrete Probleme spezieller mathematischer Gebiete von einem höheren allgemeineren Standpunkt noch einmal analysieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 540 Std. 4 Std. Übung (Präsenzstudium) 8 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 2 Semester
<b>SWS:</b> 12,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Homologische Algebra</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Übung (Präsenzstudium) 8 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 12,00</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 18.0</p> <p><b>Inhalte:</b> Die homologische Algebra ist ein junges Teilgebiet der Mathematik, welches seinen Ursprung in der kombinatorischen Topologie (Henri Poincaré) und in der abstrakten Algebra (David Hilbert) hat. Heutzutage stellt die Homologische Algebra Methoden zur Verfügung, Informationen über mathematische Objekte aus so unterschiedlichen Gebieten wie der Kommutativen Algebra, der Algebraischen Geometrie, der Algebraischen Zahlentheorie, der Darstellungstheorie, der Mathematischen Physik, der Theorie der Operatoralgebren, der Komplexen Analysis und der Theorie der partiellen Differentialgleichungen zu extrahieren. Simpliziale Mengen Kategorien, Funktoren und natürliche Transformationen Abelsche Kategorien Abgeleitete Kategorien Triangulierte Kategorien Modellkategorien Garben Geringte Räume Topoi Anwendungen in Topologie, Geometrie, Algebra und Analysis Voraussetzungen: Grundlegende Kenntnisse in Algebra, Topologie, Geometrie und Analysis sind hilfreich.</p>

**Literatur:**

S. I. Gelfand, Yu. I. Manin: Methods of Homological Algebra. Springer-Verlag.  
Ch. Weibel: An introduction to homological algebra. Cambridge University Press.  
S. Mac Lane, I. Moerdijk: Sheaves in Geometry and Logic. Springer-Verlag.

**Prüfung**

**Homologische Algebra**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-1500: Schematheorie</b> <i>Scheme Theory</i>		18 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Im Rahmen der Vorlesung lernen die Studenten ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen auf eine für die moderne Algebra und Zahlentheorie grundlegende Theorie anzuwenden. Aufgrund der Allgemeinheit der Schematheorie ist das abstrakte Denken der Studenten in großem Maße geschult. Geometrische Denkweisen werden erlernt und erfolgreich auf algebraische Fragestellungen angewandt. Zentral ist außerdem, daß sich die Studenten mit dem Begriff der Dimension auseinandergesetzt haben. Anschließend ist die Konstruktion und Anwendung von Kohomologietheorien am Beispiel der Schemata bekannt.		
<b>Bemerkung:</b> Wer MTH-1501 bzw. MTH-1502 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 540 Std. 4 Std. Übung (Präsenzstudium) 8 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 2 Semester
<b>SWS:</b> 12,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Schematheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 12,00 <b>ECTS/LP:</b> 18.0		

**Inhalte:**

Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.

Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen

Spektrum eines kommutativen Ringes

Geringste topologische Räume

Schemata

Reduzierte und ganze Schemata

Dimension

Basiswechsel

Algebraische Varietäten

Globale Eigenschaften von Morphismen

Normale Schemata

Reguläre Schemata

Flache und glatte Morphismen

Modulgarben

Grothendieck-Topologien und Siten

Zariski-Topologie

Étale Topologie

Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.

Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)

**Literatur:**

U. Görtz, T. Wedhorn: Algebraic Geometry I. Vieweg+Teubner.

R. Hartshorne: Algebraic Geometry. Springer-Verlag.

Q. Liu: Algebraic Geometry and Arithmetic Curves. Oxford University Press.

M. Kashiwara, P. Schapira: Sheaves on manifolds. Grundlehren der mathemat. Wissenschaft, vol. 292, Springer-Verlag, 1990.

G. Tamme: Introduction to étale cohomology. Universitext, Springer-Verlag, 1994.

J. Milne: Etale cohomology. Princeton University Press, 1984.

**Prüfung****Schematheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-1501: Schematheorie I</b> <i>Scheme Theory I</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS22/23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.</p> <p>Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen          Spektrum eines kommutativen Ringes          Geringste topologische Räume          Schemata          Reduzierte und ganze Schemata          Dimension          Basiswechsel          Algebraische Varietäten          Globale Eigenschaften von Morphismen          Normale Schemata          Reguläre Schemata          Flache und glatte Morphismen          Modulgarben          Grothendieck-Topologien und Siten          Zariski-Topologie          Étale Topologie</p> <p>Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.</p> <p>Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)</p>		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Im Rahmen der Vorlesung lernen die Studenten ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen auf eine für die moderne Algebra und Zahlentheorie grundlegende Theorie anzuwenden. Aufgrund der Allgemeinheit der Schematheorie ist das abstrakte Denken der Studenten in großem Maße geschult. Geometrische Denkweisen werden erlernt und erfolgreich auf algebraische Fragestellungen angewandt. Zentral ist außerdem, daß sich die Studenten mit dem Begriff der Dimension auseinandergesetzt haben. Anschließend ist die Konstruktion und Anwendung von Kohomologietheorien am Beispiel der Schemata bekannt.</p>		
<p><b>Bemerkung:</b></p> <p>Wer MTH-1500 bzw. MTH-1502 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b> keine</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b></p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b></p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 6,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig</p>	

**Moduleile****Moduleil: Schematheorie I****Sprache:** Deutsch**SWS:** 6,00**Inhalte:**

Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.

Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen

Spektrum eines kommutativen Ringes

Geringste topologische Räume

Schemata

Reduzierte und ganze Schemata

Dimension

Basiswechsel

Algebraische Varietäten

Globale Eigenschaften von Morphismen

Normale Schemata

Reguläre Schemata

Flache und glatte Morphismen

Modulgarben

Grothendieck-Topologien und Siten

Zariski-Topologie

Étale Topologie

Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.

Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)

**Prüfung****MTH-1501 Schematheorie I**

Mündliche Prüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-1502: Schematheorie II</b> <i>Scheme Theory II</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS22/23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.</p> <p>Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen          Spektrum eines kommutativen Ringes          Geringste topologische Räume          Schemata          Reduzierte und ganze Schemata          Dimension          Basiswechsel          Algebraische Varietäten          Globale Eigenschaften von Morphismen          Normale Schemata          Reguläre Schemata          Flache und glatte Morphismen          Modulgarben          Grothendieck-Topologien und Siten          Zariski-Topologie          Étale Topologie</p> <p>Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.</p> <p>Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)</p>		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Im Rahmen der Vorlesung lernen die Studenten ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen auf eine für die moderne Algebra und Zahlentheorie grundlegende Theorie anzuwenden. Aufgrund der Allgemeinheit der Schematheorie ist das abstrakte Denken der Studenten in großem Maße geschult. Geometrische Denkweisen werden erlernt und erfolgreich auf algebraische Fragestellungen angewandt. Zentral ist außerdem, daß sich die Studenten mit dem Begriff der Dimension auseinandergesetzt haben. Anschließend ist die Konstruktion und Anwendung von Kohomologietheorien am Beispiel der Schemata bekannt.</p>		
<p><b>Bemerkung:</b></p> <p>Wer MTH-1501 bzw. MTH-1500 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b> keine</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b></p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b></p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 6,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	

**Moduleile****Moduleil: Schematheorie II****Sprache:** Deutsch**SWS:** 6,00**Inhalte:**

Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.

Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen

Spektrum eines kommutativen Ringes

Geringste topologische Räume

Schemata

Reduzierte und ganze Schemata

Dimension

Basiswechsel

Algebraische Varietäten

Globale Eigenschaften von Morphismen

Normale Schemata

Reguläre Schemata

Flache und glatte Morphismen

Modulgarben

Grothendieck-Topologien und Siten

Zariski-Topologie

Étale Topologie

Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.

Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)

**Prüfung****MTH-1502 Schematheorie II**

Mündliche Prüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-1510: Riemannsche Geometrie</b> <i>Riemannian Geometry</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verbindung von geometrischem Denken mit analytischen Methoden, Verständnis der Zusammenhänge von lokaler und globaler Geometrie		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Riemannsche Geometrie</b></p> <p><b>Sprache:</b> Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6,00</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Wie sieht die Geometrie unseres Raumes aus? Euklidisch? Aber wie sollen wir wissen, ob zwei Parallelen hinter dem nächsten Busch immer noch den gleichen Abstand haben? Wie sollen wir die Geometrie im Großen, gar im Weltall, beurteilen, wo wir uns doch kaum weg von unserem Fleck Erde rühren können? Die Riemannsche Geometrie stellt einen Begriff vor, der flexibel genug ist, um eine Geometrie zu beschreiben, die lokal euklidisch aussieht, über deren globale Struktur wir aber vielleicht keine Kenntnis haben. Das Unterscheidungsmerkmal zur euklidischen Geometrie ist die Krümmung, der wichtigste Begriff dieser Theorie. Wir werden diese Geometrie im Kleinen und im Großen untersuchen. Naturgemäß werden wir dabei auch die Grundlagen von Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie behandeln, in der die Geometrie von Raum und Zeit mit der Massenverteilung im Weltall gekoppelt wird.</p> <p>Untermannigfaltigkeiten des euklidischen Raums Kovariante Ableitung (Levi-Civita-Ableitung) Krümmung Allgemeine Relativitätstheorie Geodäten im Kleinen und Großen Vollständigkeit Rolle der Krümmung für die Topologie Voraussetzungen: Einführung in die Geometrie</p>

**Literatur:**

J.-H. Eschenburg, J. Jost: Differentialgeometrie und Minimalflächen. Springer, 2007.

W. Kühnel: Differentialgeometrie. Vieweg, 1999.

S.Gallot, D.Hulin, J.Lafontaine: Riemannian Geometry. Springer, 1990.

J. Jost: Riemannian Geometry and Geometric Analysis. Springer, 2008.

M. Do Carmo: Riemannian Geometry. Birkhäuser, 1992.

D.Gromoll, W.Klingenberg, W.Meyer: Riemannsche Geometrie im Großen. Springer LN 55, 1975.

**Prüfung**

**Riemannsche Geometrie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-1520: Differentialtopologie</b> <i>Differential Topology</i>		9 ECTS/LP
Version 1.7.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Entwicklung und Schulung der geometrischen Anschauung bei gleichzeitiger Beherrschung der modernen mathematischen Sprache und Argumentationsweise. Verständnis der grundlegenden Konzepte der Differentialtopologie. Erarbeitung von Grundwissen für Spezialvorlesungen in Geometrie und Topologie.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Differentialtopologie</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6,00</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Diese Vorlesung widmet sich der Theorie differenzierbarer Mannigfaltigkeiten vom Standpunkt der Analysis und Topologie. Der behandelte Stoff ist fundamental für ein vertieftes Verständnis der Differentialgeometrie und globalen Analysis.</p> <p>Differenzierbare Mannigfaltigkeiten Tangententialraum Flüsse Blätterungen Faserbündel Transversalität de Rham-Kohomologie Chern-Weil-Theorie exotische Sphären H-Cobordism Theorem</p> <p>Voraussetzungen: Einführung in die Geometrie</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>R. Bott, L. Tu: Differential Forms in Algebraic Topology. GTM Springer. L. Conlon: Differentiable Manifolds - A First Course. Birkhäuser. M. Hirsch: Differential Topology. GTM Springer. J. Milnor: Topology from the Differentiable Viewpoint. Princeton University Press. J. Milnor: Lectures on the H-Cobordism Theorem. Princeton University Press.</p>

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Differential Topology** (Vorlesung + Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Basics of manifolds and vector bundles. Vector fields, differential forms. Basics of Lie groups. Submersions, immersions. Chern-Weil theory of characteristic classes.

**Prüfung**

**Differentialtopologie**

Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-1530: Algebraische Topologie</b> <i>Algebraic Topology</i>		9 ECTS/LP
Version 2.2.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden können mit algebraischen Hilfsmitteln umgehen, die es Ihnen erlauben, geometrische Anschauung in exakte Argumente zu übersetzen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlegendes Wissen in Algebra und Topologie		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

**Modulteile****Modulteil: Algebraische Topologie I****Sprache:** Englisch / Deutsch**SWS:** 6,00**Inhalte:**

Dieses Modul bietet eine Einführung in die Algebraische Topologie, also die systematische Nutzung algebraischer Hilfsmittel beim Studium topologischer Fragestellungen.

Mathematische Inhalte sind unter anderem: Fundamentalgruppe, Überlagerungen, Kategorien, Zellkomplexe, zelluläre und singuläre Homologie und Kohomologie, Homotopietheorie, (Ko-)Faserungen

**Lehr-/Lernmethoden:**

Vorlesung und Übung

**Literatur:**

Bredon, G.E.: Topology and Geometry, vol. 139, Graduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, 1993.

Dold, A.: Lectures on Algebraic Topology, vol. 200. Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen, Springer-Verlag, 1972.

Spanier, E.: Algebraic Topology. McGraw-Hill, 1966.

May, J.P.: A Concise Course in Algebraic Topology, University of Chicago Press, 1999.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Algebraische Topologie** (Vorlesung + Übung)*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\****Prüfung****Algebraische Topologie**

Portfolioprüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-1540: Variationsrechnung</b> <i>Calculus of Variations</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Student(inn)en kennen klassische Herangehensweisen sowie moderne Zugänge zu Problemen der Variationsrechnung. Sie sind in der Lage, theoretische Modelle naturwissenschaftlicher Probleme in einfachen Fällen selbst zu formulieren, solche Modelle aber auch in komplexen Situationen zu verstehen und problemorientiert zu analysieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Solide Analysiskenntnisse, die die wesentlichen Inhalte der Vorlesungen Analysis 1, 2 und 3 sowie der Funktionalanalysis abdecken.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Variationsrechnung</b> <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> klassische Probleme der Variationsrechnung, Euler-Lagrange-Gleichungen, Funktionenraeume, (semi-)konvexe Analysis, direkte Methode der Variationsrechnung, Anwendungen Voraussetzungen: Solide Kenntnisse der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung sowie der Grundlagen der Funktionalanalysis.
<b>Literatur:</b> Dacorogna: Direct Methods in the Calculus of Variations. Springer.

<b>Prüfung</b> <b>Variationsrechnung</b> Portfolioprüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-1550: Nichtlineare partielle Differentialgleichungen</b> <i>Nonlinear Partial Differential Equations</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu ausgewählten Beispielklassen in der Theorie der partiellen Differentialgleichungen. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung Forschungsliteratur in diesen Gebieten zu lesen und sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Solide Analysiskenntnisse, die die wesentlichen Inhalte der Vorlesungen Analysis 1, 2 und 3 sowie der Funktionalanalysis abdecken. Es wird dringend empfohlen, eine einführende Veranstaltung zu partiellen Differentialgleichungen gehört zu haben.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen</b> <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Ausgewählte Aspekte der Theorie der Nichtlinearen Partiellen Differentialgleichungen  Voraussetzungen: Solide Kenntnisse der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung, Funktionalanalysis sowie der schwachen Lösungstheorie linearer elliptischer Gleichungen.
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Gilbarg, D., Trudinger, N.S.: Elliptic Partial Differential Equations of Second Order (Springer, 1977)</li> <li>* Giusti, E.: Direct Methods in the Calculus of Variations (World Scientific Publishing, 2003)</li> <li>* Giaquinta, M., Martinazzi, L.: An Introduction to the Regularity Theory for Elliptic Systems, Harmonic Maps and Minimal Graphs (Edizioni della Normale, 2012,</li> <li>* Evans, L.C.: Partial Differential Equations (AMS, 1998),</li> <li>* Renardy, M., Rogers, R.C.: An Introduction to Partial Differential Equations (Springer, 1993),</li> <li>* Schweizer, B.: Partielle Differentialgleichungen (Springer, 2013)</li> </ul>

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Nichtlineare partielle Differentialgleichungen: Mathematische Methoden für die Navier-Stokes-Gleichungen**  
(Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

In dieser Vorlesung werden zentrale mathematische Grundlagen aus den Bereichen der Funktionenräume und der Funktionalanalysis vermittelt, die für das Verständnis und die Behandlung partieller Differentialgleichungen in der Strömungsmechanik von entscheidender Bedeutung sind. Darüber hinaus werden Aussagen zur Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen der stationären Stokes- und Navier-Stokes- Gleichungen bewiesen. Dabei finden verschiedene Randbedingungen und es werden Regularitätseigenschaften der Lösungen analysiert

**Prüfung**

**Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 25 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-1560: Stochastische Differentialgleichungen</b> <i>Stochastic Differential Equations</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene der stochastischen Analysis insbesondere der stochastischen Differentialgleichungen. Befähigung zum selbständigen Erarbeiten fortführender Literatur für Anwendungen im Bereich Finanzmathematik und stochastischer Dynamik, Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten Methoden Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken, vertiefte Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Moduleile</b>
<b>Moduleil: Stochastische Differentialgleichungen</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Dirk Blömker <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00

**Inhalte:**

Dieses Modul führt in die Theorie der stochastischen Differentialgleichungen ein.

Ito-Formel

Ito-Isometrie

Ito-Integral

Martingale

Brownsche Bewegung

Existenz-und Eindeigkeitssatz

Diffusionsprozesse

partielle Differentialgleichungen

Black-Scholes Formel

Optionspreisbewertung

Voraussetzungen: Notwendig ist ein gutes Grundwissen in der Wahrscheinlichkeitstheorie und der Analysis.

Hilfreich, aber nicht zwingend notwendig, sind Vorkenntnisse in gewöhnlichen Differentialgleichungen und stochastischen Prozessen.

**Literatur:**

Oksendal: Stochastic Differential Equations. Springer.

Karatzas Shreve: Brownian Motion and Stochastic Calculus. Springer.

Evans: An Introduction to Stochastic Differential Equations.

Steele: Stochastic Calculus and Financial Applications. Springer.

**Prüfung**

**Stochastische Differentialgleichungen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-1570: Dynamische Systeme</b> <i>Dynamical Systems</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulteil Lehrveranstaltung		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene im Bereich Dynamischer Systeme. Befähigung zum selbständigen Erarbeiten fortführender Literatur, Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten Methoden Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken, vertiefete Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Gute Kenntnisse in Linearer Algebra und Analysis. Grundkenntnisse in Funktionalanalysis und Differentialgleichungen sind hilfreich		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Dynamische Systeme</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> unter anderem: dynamische Systeme (zufällig und nicht-autonom), Attraktoren, Halbflüsse, Markov Halbgruppen, invariante Maße, iterierte Abbildungen, Chaos
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Dynamische Systeme</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>

**Prüfung**

**Dynamische Systeme**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-1580: Kontrolltheorie</b> <i>Control Theory</i>		9 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tatjana Stykel		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Förderung von abstraktem Denken, Anwenden analytischer und geometrischer Methoden im Anwendungszusammenhang. Die Studenten sollen in einem mathematisch relativ einfachen, linearen Kontext die grundlegenden Fragestellungen der Kontrolltheorie und Konzepte zu deren Lösung lernen. Ferner sollen sie die Befähigung zum selbständigen Erarbeiten der aktuellen Forschungsliteratur erwerben.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Kontrolltheorie</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6,00</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Dieses Modul führt in die mathematische Kontrolltheorie ein.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Steuerungssysteme</li> <li>• Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit</li> <li>• Rekonstruierbarkeit und Beobachtbarkeit</li> <li>• Stabilität</li> <li>• Stabilisierbarkeit und Entdeckbarkeit</li> <li>• Polvorgabe</li> <li>• Linear-quadratisches Optimierungsproblem</li> </ul> <p>Voraussetzungen: Kenntnisse in Analysis auf endlich dimensionalen Räumen, gewöhnliche Differentialgleichungen, Numerik</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Knobloch, H.W., Kwakernaak, H. Lineare Kontrolltheorie. Springer, 1985</p> <p>Sontag, E.: Mathematical Control Theory. Springer, 1998.</p> <p>Hinrichsen, D., Pritchard, A.J.: Mathematical Systems Theory I. Springer, 2005.</p>

**Prüfung**

**Kontrolltheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-1590: Numerik partieller Differentialgleichungen</b> <i>Numerical Analysis of Partial Differential Equations</i>		9 ECTS/LP
Version 1.1.1 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Peterseim		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der Finite-Differenzen-Methode sowie der Ideen der Finite-Elemente-Methode im allgemeinen und Konstruktion der Lagrange-Elemente bzgl. simplizialen Triangulierungen und a posteriori Fehlerschätzung für elliptische Probleme im speziellen; Konvergenzaussagen, Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Methoden, auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Empfohlen: Analysis (insb. Funktionalanalysis), Einführung in die Numerik, Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Numerik partieller Differentialgleichungen</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Malte Peter</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch / alle Sprachen</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6,00</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Es werden die Grundlagen der Standardmethoden zur numerischen Lösung partieller Differentialgleichungen behandelt.</p> <p>Finite-Differenzen-Methode auf rechteckigen und nicht rechteckigen Gebieten</p> <p>Finite-Elemente-Methode inkl. Triangulierung</p> <p>Lagrange-Elemente</p> <p>Adaptivität für elliptische Probleme</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Grossmann, C., Ross, H.-G.: Numerische Behandlung partieller Differentialgleichungen. Teubner, 2005 .</p> <p>Hackbusch: Theorie und Numerik elliptischer Differentialgleichungen. Springer. 2010</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Numerik partieller Differentialgleichungen</b> (Vorlesung + Übung)</p> <p><i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p>

Partial differential equations (PDEs) describe processes in continua, such as wave propagation, diffusion, and advection. They are used to construct models of the most basic theories underlying physics and engineering. However, in many interesting cases, PDEs are difficult to solve analytically and have to be approximated numerically. The course gives an introduction to some classes of PDEs and the corresponding finite element type methods for their numerical simulation. Among the target applications are heat conduction, viscous fluid flow and acoustic scattering. Depending on the particular problem, the lecture will discuss the algorithms and the mathematics that underlie the numerical methods as well as their practical implementation.

**Prüfung**

**Numerik partieller Differentialgleichungen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

nur im WiSe

<b>Modul MTH-1600: Multiskalenmethoden</b> <i>Multiscale Methods</i>		9 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Tieferes Verständnis der Finite-Elemente-Methode in ihren wichtigsten Ausprägungen; Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Methoden, auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Verständnis der Mehrskalenproblematik sowie grundlegender Lösungsansätze; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Multiskalenmethoden</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00		
<b>Inhalte:</b> Aufbauend auf grundlegende Inhalte der Module Numerik partieller Differentialgleichungen bzw. Methoden der finiten Elemente werden weiterführende Aspekte der Finite-Elemente-Methode behandelt, insbesondere im Hinblick auf Multiskalenprobleme. Finite-Elemente-Methode und parabolische Gleichungen Discontinuous Galerkin Method Einführung in Multiskalenprobleme Multiskalen-Finite-Elemente-Methode Voraussetzungen: Es wird empfohlen, die mit dem erfolgreichen Absolvieren einer der Module "Numerik partieller Differentialgleichungen" oder "Finite Elemente Methoden" einhergehenden Kompetenzen erworben zu haben.		
<b>Literatur:</b> C. Grossmann, H.-G. Roos: Numerische Behandlung partieller Differentialgleichungen. Teubner. Y. Efendiev, T. Y. Hou: Multiscale Finite Element Methods. Springer.		

**Prüfung**

**Multiskalenmethoden**

Modulprüfung, mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-1610: Mathematische Modellierung</b> <i>Mathematical Modelling</i>		9 ECTS/LP
Version 1.1.1 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständis der Abbildung realer Prozesse in mathematische Strukturen; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Mathematische Modellierung</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Sprache:</b> Englisch / alle Sprachen <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00

<b>Prüfung</b> <b>Mathematische Modellierung</b> Portfolioprüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester
--

<b>Modul MTH-1620: Kombinatorische Optimierung (Optimierung III)</b> <i>Combinatorial Optimisation (Optimisation III)</i>		9 ECTS/LP
Version 3.0.0 (seit SoSe21) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Mirjam Dür		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Modul Einführung in die Optimierung (Optimierung I) (MTH-1140) - empfohlen Modul Nichtlineare und kombinatorische Optimierung (Optimierung II) (MTH-1200) - empfohlen		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Kombinatorische Optimierung (Optimierung III)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 6,00		
<b>Inhalte:</b> In dieser Vorlesung geht es um folgende Themen der diskreten Optimierung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexität und Algorithmen</li> <li>• Matchings</li> <li>• Flüsse und Netzwerke</li> <li>• Kostenminimale Flüsse</li> <li>• Approximationsalgorithmen</li> </ul>		
<b>Prüfung</b> <b>Kombinatorische Optimierung (Optimierung III)</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> nur im SoSe		

<b>Modul MTH-1650: Diskrete Mathematik (Optimierung IV)</b> <i>Discrete Mathematics (Optimisation IV)</i>		9 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger		
<b>Inhalte:</b> Ergänzung zur Vorlesung Kombinatorische Optimierung aus dem Sommersemester, insbesondere sollen voraussichtlich folgende Themen behandelt werden: NP-Vollständigkeit, Matroide, Zirkulationen und Flüsse minimaler Kosten, Netzwerk-Simplex-Algorithmus		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden sollen anhand fortgeschrittener Fragestellungen vertiefte Kenntnisse über diskrete Optimierungsprobleme erwerben. Insbesondere soll die Interaktion von allgemeinen theoretischen Ansätzen und konkreten Problemen auf einem höheren Abstraktionsniveau erfasst werden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Modul Einführung in die Optimierung (Optimierung I) (MTH-1140) - empfohlen Modul Nichtlineare und kombinatorische Optimierung (Optimierung II) (MTH-1200) - empfohlen Modul Kombinatorische Optimierung (Optimierung III) (MTH-1620) - empfohlen		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> nach Bedarf	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Moduleile</b>		
<b>Modulteil: Diskrete Mathematik (Optimierung IV)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> nach Bedarf <b>SWS:</b> 6,00		
<b>Lernziele:</b> Die Studierenden sollen anhand fortgeschrittener Fragestellungen vertiefte Kenntnisse über diskrete Optimierungsprobleme erwerben. Insbesondere soll die Interaktion von allgemeinen theoretischen Ansätzen und konkreten Problemen auf einem höheren Abstraktionsniveau erfasst werden.		
<b>Inhalte:</b> Ergänzung zur Vorlesung Kombinatorische Optimierung aus dem Sommersemester, insbesondere sollen voraussichtlich folgende Themen behandelt werden: NP-Vollständigkeit, Matroide, Zirkulationen und Flüsse minimaler Kosten, Netzwerk-Simplex-Algorithmus		
<b>Literatur:</b> Jungnickel, D.: Graphs, Networks and Algorithms, 4th edition (English), Springer, 2013.		

**Prüfung**

**Diskrete Mathematik (Optimierung IV)**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-1660: Mathematische Statistik (Stochastik III)</b> <i>Mathematical Statistics</i>		9 ECTS/LP
Version 1.16.0 (seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sarah Friedrich		
<b>Inhalte:</b> Auswahl aus fortgeschrittenen Themen der Statistik, z.B. nichtparametrische Methoden (z.B. Kerndichteschätzer), lineare Modelle, Markov-Ketten, Bayessche Statistik oder Zeitreihenmodelle, ARMA-Prozesse, Parameter-Schätzung bei abhängigen Daten, Zustandsraum-Modelle		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der mathematischen Grundlagen bei den unter „Inhalte“ genannten fortgeschrittenen Themen der Statistik; Fähigkeit, Daten mit Hilfe von geeigneten Modellen zu analysieren und zu interpretieren; Kenntnisse von wichtigen statistischen Modellen und Schätzverfahren		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Einführung in die Stochastik (Stochastik I) / Stochastik II Lineare Algebra I und Analysis I und II		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Statistische Modelle und Verfahren (Stochastik III)</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00
<b>Lernziele:</b> Verständnis der mathematischen Grundlagen bei den unter „Inhalte“ genannten fortgeschrittenen Themen der Statistik; Fähigkeit, Daten mit Hilfe von geeigneten Modellen zu analysieren und zu interpretieren; Kenntnisse von wichtigen statistischen Modellen und Schätzverfahren
<b>Inhalte:</b> Auswahl aus fortgeschrittenen Themen der Statistik, z.B. nichtparametrische Methoden (z.B. Kerndichteschätzer), lineare Modelle, Markov-Ketten, Bayessche Statistik oder Zeitreihenmodelle, ARMA-Prozesse, Parameter-Schätzung bei abhängigen Daten, Zustandsraum-Modelle
<b>Literatur:</b> Themenabhängig - wird in der Vorlesung bekanntgegeben

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Mathematische Statistik (Stochastik III) (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Auswahl aus fortgeschrittenen Themen der Statistik, z.B. nichtparametrische Methoden (z.B. Kerndichteschätzer), lineare Modelle, Markov-Ketten, Bayessche Statistik oder Zeitreihenmodelle, ARMA-Prozesse, Parameterschätzung bei abhängigen Daten, Zustandsraum-Modelle

**Mathematische Statistik (Stochastik III) (Vorlesung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Auswahl aus fortgeschrittenen Themen der Statistik, z.B. nichtparametrische Methoden (z.B. Kerndichteschätzer), lineare Modelle, Markov-Ketten, Bayessche Statistik oder Zeitreihenmodelle, ARMA-Prozesse, Parameterschätzung bei abhängigen Daten, Zustandsraum-Modelle

**Prüfung**

**Statistische Modelle und Verfahren (Stochastik III)**

Modulprüfung, Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-1670: Stochastische Prozesse (Stochastik IV)</b> <i>Stochastic Processes</i>		9 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Großkinsky		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden sollen die nötigen mathematischen Konzepte zur Beschreibung zufälliger, zeitabhängiger Prozesse verstehen und mit ihnen umgehen können. Darüber hinaus sollen sie wichtige Beweiskonzepte und Konstruktionen aus dem Bereich der stochastischen Prozesse beherrschen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Lineare Algebra I Analysis I Analysis II Einführung in die Stochastik (Stochastik I) Einführung in die mathematische Statistik (Stochastik II)		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Stochastische Prozesse (Heydenreich)</b> <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Markus Heydenreich <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Es werden folgende Kernthemen behandelt: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Strenge Einführung des Begriffs "Stochastischer Prozess" und "Stochastisches Feld" mit Beispielen.</li> <li>2. Pfadigenschaften der Stochastischen Prozesse.</li> <li>3. Gaußsche Prozesse, Lévy-Prozesse.</li> <li>4. Brownsche Bewegung und ihre Eigenschaften.</li> <li>5. Poisson-Prozess.</li> <li>6. Irrfahrten und Konvergenz gegen Brownsche Bewegung.</li> </ol>
<b>Literatur:</b> Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

**Modulteil: Stochastische Prozesse (Großkinsky)**

**Dozenten:** Prof. Dr. Stefan Großkinsky

**Sprache:** Englisch / Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** alle 4 Semester

**Arbeitsaufwand:**

4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)

2 Std. Übung (Präsenzstudium)

**SWS:** 6,00

**Inhalte:**

- Prozesse in diskreter Zeit: Markov Ketten, Gaußsche Prozesse, Martingale
- Konstruktion stochastischer Prozesse nach Kolmogorov und Pfadigenschaften
- Erneuerungsprozesse, Poisson Prozess, Markov Ketten in stetiger Zeit
- Diffusionsprozesse, Brownsche Bewegung
- Sprungprozesse, Lévy Prozesse

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

**Prüfung**

**Stochastische Prozesse (Stochastik IV)**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

nur im SoSe

<b>Modul MTH-1680: Optimierung IV (Globale Optimierung)</b> <i>Optimisation IV (Global Optimisation)</i>		9 ECTS/LP
Version 1.4.0 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Mirjam Dür		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der Teilnahme an diesem Modul verfügen die Studierenden über detailliertes und aktuelles Wissen auf dem Gebiet der Globalen Optimierung. Sie können Problemstellungen und Ergebnisse des Gebiets präzise beschreiben und diskutieren. Darüber hinaus verstehen die Studierenden grundlegende Konzepte, Methoden, Verfahren und Techniken aus dem genannten Gebiet und können diese in Entwicklungsprojekten anwenden und dort aktiv mitarbeiten. Außerdem verfügen sie über die Team- und Kommunikationsfähigkeit, um Problemstellungen auf dem Gebiet zu erörtern, Fragen und Zwischenergebnisse zu diskutieren und zu präsentieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul Einführung in die Optimierung (Optimierung I) (MTH-1140) - empfohlen</li> <li>• Modul Nichtlineare und kombinatorische Optimierung (Optimierung II) (MTH-1200) - empfohlen</li> <li>• Modul Kombinatorische Optimierung (Optimierung III) (MTH-1620) - empfohlen</li> </ul>		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im WS)	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Globale Optimierung (Optimierung IV)</b> <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Mirjam Dür <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im WS)		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konvexe Relaxierungen und konvexe Hüllfunktionale</li> <li>• D.C. Funktionen</li> <li>• Quadratische Optimierungsprobleme</li> <li>• Branch-and-Bound für boxrestringierte Probleme</li> <li>• Branch-and-Bound für konvex restringierte Probleme</li> <li>• Branch-and-Bound für nichtkonvexe Probleme</li> <li>• Heuristiken</li> </ul>		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O.Stein: Grundzüge der Globalen Optimierung. Springer Verlag 2018</li> <li>• M.Locatelli, F.Schoen: Global Optimization. SIAM 2013</li> <li>• R.Horst, P.Pardalos, N.V.Thoai: Introduction to Global Optimization. Kluwer Academic Publishers 1995</li> </ul>		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Globale Optimierung (Optimierung IV)</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>		

**Prüfung**

**Globale Optimierung (Optimierung IV)**

Modulprüfung, Der konkrete Typ der Modulprüfung (Klausur oder mündliche Prüfung oder Portfolio) wird jeweils spätestens eine Woche vor Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben., benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-1801: Betrachtungen zur Axiomatische Mengenlehre</b> <i>Approaches Axiomatic Set Theory</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS23/24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Axiomatische Mengenlehre</li> <li>• Logische Grundlagen</li> <li>• ZFC-Axiome</li> <li>• Ordinalzahlen</li> <li>• Kardinalzahlen</li> <li>• Große Kardinalzahlen</li> <li>• Ausblick</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Grundlegende Vertrautheit mit den Axiomen:</b> Die Studierenden sollen ein Verständnis für die grundlegenden Axiome der Mengenlehre entwickeln, insbesondere das Zermelo-Fraenkel-Axiomensystem und das Auswahlaxiom.</li> <li>2. <b>Fähigkeit zur Formulierung von mathematischen Aussagen:</b> Die Studierenden sollen in der Lage sein, mathematische Aussagen in der Sprache der Mengenlehre zu formulieren und dabei die vorgegebenen Axiome korrekt anzuwenden.</li> <li>3. <b>Verständnis von Mengenoperationen:</b> Die Studierenden sollen die grundlegenden Mengenoperationen wie Vereinigung, Schnitt, Differenz und kartesisches Produkt verstehen und in konkreten Beispielen anwenden können.</li> <li>4. <b>Einsicht in die Konstruktion von Zahlen:</b> Die Studierenden sollen verstehen, wie natürliche Zahlen, ganze Zahlen, rationale Zahlen und reelle Zahlen in der Mengenlehre konstruiert werden können.</li> <li>5. <b>Beweistechniken in der Mengenlehre:</b> Die Studierenden sollen grundlegende Beweistechniken wie direkten Beweis, Beweis durch Kontraposition, Beweis durch Widerspruch und Mengeninklusion beherrschen und auf verschiedene mathematische Aussagen anwenden können.</li> <li>6. <b>Verständnis von Abbildungen und Relationen:</b> Die Studierenden sollen das Konzept von Abbildungen zwischen Mengen sowie von Relationen verstehen und in der Lage sein, diese zu analysieren und zu beschreiben.</li> <li>7. <b>Kardinalität und Ordnungen:</b> Die Studierenden sollen ein Verständnis für verschiedene Arten von Kardinalität (endlich, abzählbar unendlich, überabzählbar) und Ordnungsrelationen entwickeln.</li> <li>8. <b>Anwendung der Mengenlehre in anderen mathematischen Bereichen:</b> Die Studierenden sollen in der Lage sein, die Konzepte und Techniken der axiomatischen Mengenlehre in anderen mathematischen Disziplinen wie Analysis, Topologie oder Algebra anzuwenden.</li> <li>9. <b>Fähigkeit zur kritischen Reflexion:</b> Die Studierenden sollen in der Lage sein, die Annahmen und Axiome der Mengenlehre zu reflektieren und deren Auswirkungen auf die Mathematik zu verstehen.</li> <li>10. <b>Selbstständiges Lernen und Forschen:</b> Die Studierenden sollen in der Lage sein, eigenständig weiterführende Literatur zu recherchieren und komplexe mathematische Konzepte im Kontext der axiomatischen Mengenlehre zu verstehen und zu analysieren</li> </ol>		
<b>Voraussetzungen:</b> Keine besonderen Voraussetzungen nötig.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

---

**Moduleile**

**Moduleil:** Betrachtungen zur Axiomatische Mengenlehre

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig

**SWS:** 6,00

**Prüfung**

**Betrachtungen zur Axiomatische Mengenlehre**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 20 Minuten

Bearbeitungsfrist: 4 Monate, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-1920: Nichtlineare Kontrolltheorie</b> <i>Nonlinear Control Theory</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fritz Colonius		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Vertiefte Einsicht in die geometrische Interpretation von kontrolltheoretischen Objekten und Konzepten, die hier nichtlinearen Charakter haben und differentialgeometrische Methoden erfordern. Die Studenten sollen in die Lage versetzt werden, diese Strukturen im Anwendungszusammenhang (hier. in der Regelungstheorie) selbständig zu erkennen und die in der Veranstaltung behandelten Methoden einzusetzen. Darüber hinaus sollen sie in die Lage versetzt werden., aktuelle Forschungsliteratur selbständig zu erarbeiten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Nichtlineare Kontrolltheorie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Dieses Modul bietet eine Einführung in die Theorie Nichtlinearer Kontrollsysteme Akzessibilität und Lie-algebraische Bedingungen Kontrollmengen Beziehungen zur Theorie dynamischer Systeme Voraussetzungen:
<b>Literatur:</b> Sastry: Nonlinear Systems. Springer. Jurdjevic: Geometric Control Theory. Cambridge. Coron: Control and Nonlinearity. American Mathematical Society.

<b>Prüfung</b> <b>Nichtlineare Kontrolltheorie</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet
---

<b>Modul MTH-1960: Quantitative Methoden des Risikomanagements</b> <i>Quantitative Risk Management</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ralf Werner		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Erarbeitung der mathematischen Grundlagen im Risikomanagement, Qualifizierung zur Anwendung in Banken, Versicherungen und Asset Management , Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Für diese Veranstaltung werden Grundlagen der Stochastik und der Finanzmathematik sowie Grundwissen über Finanzprodukte vorausgesetzt.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig alle 2-4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<p><b>Modulteil: Quantitative Methoden des Risikomanagements</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ralf Werner</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig alle 2-4 Semester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6,00</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Dieses Modul führt in die quantitativen Grundlagen und Methoden der Risikomodellierung ein.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mathematische Modellierung von Risiken</li> <li>Nutzentheorie</li> <li>Risikomaße und -kennzahlen</li> <li>Risikoentlastungsstrategien</li> <li>Abhängigkeitsmodellierung</li> <li>Marktrisikomodellierung</li> <li>Kreditrisikomodellierung</li> <li>Simulation und Validierung von Risikomodellen</li> </ul>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Quantitative Methoden des Risikomanagements</b></p> <p>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht</p>

<b>Modul MTH-1980: Numerische Verfahren zur Modellreduktion (= Modellreduktion)</b> <i>Numerical Methods for Model Reduction</i>		9 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit SoSe16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tatjana Stykel		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis verschiedener Modellreduktionsverfahren, Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Verfahren auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Lineare Algebra I, II; Analysis I, II; Numerik I, II		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Modellreduktion</b> <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Es werden die Grundlagen der Steuerungstheorie sowie verschiedene Modellreduktionsverfahren und ihre Anwendung auf praktische Probleme behandelt. Mathematische Grundlagen der Steuerungstheorie Gramian basierte Modellreduktion Krylovraum-Verfahren Modellreduktion für nichtlineare Systeme Voraussetzungen: keine besonderen Voraussetzungen
<b>Literatur:</b> Antoulas, A.C.: Approximation of Large-Scale Dynamical Systems. SIAM, Philadelphia, PA, 2005. Zhou, K., Doyle, J.C., Glover, K.: Robust and Optimal Control. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1996.

<b>Prüfung</b> <b>Modellreduktion</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-2050: Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik I)</b> <i>Numerical Optimisation Methods for Business Mathematics (Numerical Methods for Business Mathematics I)</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tatjana Stykel		
<b>Inhalte:</b> Numerische Optimierungsverfahren		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der grundlegenden Fragestellungen der linearen und quadratischen Programmierung sowie allgemeiner Minimierungsprobleme inkl. Algorithmik und Konvergenzanalyse; Kenntnisse der einfachsten Verfahren zur Lösung endlichdimensionaler Optimierungsprobleme, insbesondere mit Nebenbedingungen; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Programmierkenntnisse, grundlegende Kenntnisse der Numerik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik I)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester <b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Numerische Verfahren der linearen und nichtlinearen Optimierung, insbesondere Optimierung ohne und mit Nebenbedingungen, quadratische und sequentielle quadratische Optimierung
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> Verständnis der grundlegenden Fragestellungen der linearen und quadratischen Programmierung sowie allgemeiner Minimierungsprobleme inkl. Algorithmik und Konvergenzanalyse; Kenntnisse der einfachsten Verfahren zur Lösung endlichdimensionaler Optimierungsprobleme, insbesondere mit Nebenbedingungen.

**Prüfung**

**Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik I)**

Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2060: Numerische Verfahren der Finanzmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik II)</b> <i>Numerical Methods of Financial Mathematics</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter		
<b>Inhalte:</b> Finanzmathematik und zugehörige numerische Verfahren		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der grundlegenden Fragestellungen der Finanzmathematik und der einfachsten numerischen Verfahren zur Lösung der zugrundeliegenden Probleme inkl. Algorithmik und Konvergenzanalyse; Kenntnisse der Grundlagen der Optionspreisbewertung inkl. Black-Scholes-Modell, der Monte-Carlo-Methoden, der stochastischen Differentialgleichungen und deren numerischer Lösung sowie der Finite-Differenzen-Approximationen zur Lösung parabolischer Probleme; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlegende Kenntnisse der Numerik und der Stochastik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester 24/25	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Numerische Verfahren der Finanzmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik II)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Bewertung von Optionen, insbesondere Grundlagen der Optionsbewertung, Ito-Kalkül, Black-Scholes-Formel und Black-Scholes-Gleichungen, Monte-Carlo-Methoden und Finite-Differenzen-Verfahren
<b>Prüfung</b> <b>Numerische Verfahren der Finanzmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik II)</b> Modulprüfung, mündliche Einzelprüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2110: Zins- und Kreditmodelle</b> <i>Interest Rate and Credit Models</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ralf Werner		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Erarbeitung der mathematischen Grundlagen für die Bewertung und das Hedgen von Zins- und Kreditderivaten Qualifizierung zur Anwendung in Banken, Versicherungen und Asset Management Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Für diese Veranstaltung werden Kenntnisse der zeitstetigen Finanzmathematik vorausgesetzt, wie sie z.B. im Modul "Numerische Verfahren der Finanzmathematik" vermittelt werden (Black-Scholes Modell, Ito-Integral und Ito-Formel, risikoneutrale Bewertung).		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Zins- und Kreditmodelle</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ralf Werner <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Dieses Modul behandelt Modelle zur Bewertung von Zins- und Kreditderivaten. Inhaltsübersicht als Auflistung: Ho-Lee Binomialmodell in diskreter Zeit Ein-Faktor-Short-Rate-Modelle Affine Zinsmodelle Heath-Jarrow-Morton Modell Merton-Modell Intensitäts- und Hazardrate-Modelle Bewertung des Kontrahentenausfallrisiko
<b>Literatur:</b> Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

**Prüfung**

**Zins- und Kreditmodelle**

Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur á 120 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

**Beschreibung:**

Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.

<b>Modul MTH-2115: Zeitstetige Finanzmathematik</b> <i>Continuous Time Finance</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ralf Werner		
<b>Inhalte:</b> Brownsche Bewegung und stochastische Integration (Ito Formel) Finanzmarktmodelle in stetiger Zeit (Semimartingalmodelle) Arbitrage Vollständigkeit Hauptsatz der Finanzmathematik Black-Scholes Modell Bewertung und Hedging in unvollständigen Märkten		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Erarbeitung der mathematischen Grundlagen für die Bewertung und das Hedgen von Derivaten Qualifizierung zur Anwendung in Banken, Versicherungen und Asset Management Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Diskrete Finanzmathematik Stochastik IV		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<b>Modulteil: Zeitstetige Finanzmathematik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ralf Werner <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Brownsche Bewegung und stochastische Integration (Ito Formel) Finanzmarktmodelle in stetiger Zeit (Semimartingalmodelle) Arbitrage Vollständigkeit Hauptsatz der Finanzmathematik Black-Scholes Modell Bewertung und Hedging in unvollständigen Märkten
<b>Literatur:</b> Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

**Prüfung**

**Zeitstetige Finanzmathematik**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2150: Algebraische Zahlentheorie</b> <i>Algebraic Number Theory</i>		9 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Hien		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Teilnehmer lernen die fundamentalen Techniken und Ergebnisse aus der algebraischen Zahlentheorie kennen. Sie eignen sich wichtige Werkzeuge von allgemeinem Interesse, wie Gruppenkohomologie, an. Sie sehen, wie verschiedene Methoden - algebraische, komplex-analytische, nicht-archimedisch analytische, homologische - benutzt werden können und müssen, um ein möglichst weites Verständnis von den Zahlkörpern zu erhalten. Dadurch erlernen sie den Austausch von Ideen zwischen den mathematischen Teilgebieten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Moduleile</b>
<b>Moduleil: Algebraische Zahlentheorie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Die Vorlesung bespricht weitergehende Erkenntnisse aus der algebraischen Zahlentheorie. Inhaltsübersicht als Auflistung: Verzweigungstheorie Bewertungen auf Zahlkörpern Gruppenkohomologie Lokale Klassenkörpertheorie Globale Klassenkörpertheorie Analytische Methoden - L-Reihen Voraussetzungen: Algebra, Grundkenntnisse über die Ringe ganzer Zahlen in Zahlkörpern
<b>Literatur:</b> J. Neukirch: Algebraische Zahlentheorie, Springer-Verlag J. Neukirch, A. Schmidt, K. Wingberg: Cohomology of number fields, Springer-Verlag J. Neukirch (herausgegeben von A. Schmidt): Klassenkörpertheorie, Springer-Verlag

<b>Prüfung</b> <b>Algebraische Zahlentheorie</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester
---

<b>Modul MTH-2170: Zeitreihenanalyse (Stochastik IV)</b> <i>Time Series Analysis</i>		9 ECTS/LP
Version 2.1.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Fähigkeit, mit Hilfe statistischer Methoden zeitliche Abhängigkeiten in Daten aufzudecken, zu beschreiben, und für die Zustandsschätzung und Vorhersage zu nutzen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Stochastik I, Stochastik II		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Zeitreihenanalyse</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gernot Müller</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester</p> <p><b>SWS:</b> 6,00</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>stationäre stochastische Prozesse, Autokovarianzfunktion, WN- und ARMA-Prozesse, Analyse im Zeitbereich, Analyse im Frequenzbereich, Periodogramm, Schätzen von Modellparametern, Vorhersage, rekursive Algorithmen, Zustandsraum-Modelle</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Brockwell, P.J., Davis, R.A. (1991 / 2009). Time Series - Theory and Methods. Springer</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Zeitreihenanalyse</b></p> <p>Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 90 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b></p> <p>in diesem Semester nicht</p> <p><b>Beschreibung:</b></p> <p>Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.</p>

<b>Modul MTH-2220: Adaptive Finite Elemente-Verfahren</b> <i>Adaptive Finite Element Methods</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Peterseim		
<b>Inhalte:</b> Diese Vorlesung betrachtet fortgeschrittene Finite-Elemente-Verfahren mit folgenden Inhalten: In dieser Vorlesung werden Theorie und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren betrachtet. Dies beinhaltet die folgenden Themengebiete: 1. Residuenbasierte und hierarchische Fehlerschätzer 2. Effizienz und Zuverlässigkeit von Fehlerschätzern 3. Implementierung adaptiver finiter Elemente mit hängenden Knoten 4. Dual gewichtete Residuen 5. Unstetige Galerkin-Verfahren (discontinuous Galerkin, DG) für Transportprobleme 6. DG-Verfahren für Erhaltungsgleichungen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> In dieser Vorlesung werden Theorie, Anwendung und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren erlernt, mit einem Schwerpunkt auf A-Posteriori-Fehlerschätzer für Finite Elemente-Approximationen partieller Differentialgleichungen sowie nicht-konforme Finite-Elemente-Verfahren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Numerik partieller Differentialgleichungen		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Adaptive Finite Elemente-Verfahren</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Lernziele:</b> In dieser Vorlesung werden Theorie, Anwendung und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren erlernt, mit einem Schwerpunkt auf A-Posteriori-Fehlerschätzer für Finite Elemente-Approximationen partieller Differentialgleichungen sowie nicht-konforme Finite-Elemente-Verfahren.
<b>Inhalte:</b> In dieser Vorlesung werden Theorie und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren betrachtet. Dies beinhaltet die folgenden Themengebiete: 1. Residuenbasierte und hierarchische Fehlerschätzer 2. Effizienz und Zuverlässigkeit von Fehlerschätzern 3. Implementierung adaptiver finiter Elemente mit hängenden Knoten 4. Dual gewichtete Residuen 5. Unstetige Galerkin-Verfahren (discontinuous Galerkin, DG) für Transportprobleme 6. DG-Verfahren für Erhaltungsgleichungen

**Literatur:**

R. Verfürth; A Posteriori Error Estimation Techniques for Finite Element Methods. Oxford University Press, Oxford, 2013

J. Hesthaven, T. Warburton; Nodal Discontinuous Galerkin Methods: Algorithms, Analysis, and Applications. Springer, New York, 2008

**Prüfung**

**Adaptive Finite Elemente-Verfahren**

Modulprüfung, Der konkrete Typ der Modulprüfung (Klausur oder mündliche Prüfung oder Portfolio) wird jeweils spätestens eine Woche vor Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben., benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2250: Symplectic Geometry</b> <i>Symplectic Geometry</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Learning about techniques of symplectic geometry and their applications in the theory of classical mechanical systems.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Symplectic Geometry and Hamiltonian Dynamics</b> <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> This course is an introduction to symplectic techniques in the theory of Hamiltonian systems. It covers the following topics: Hamilton's equations, symplectic manifolds, symmetries and Noether's theorem, symplectic reduction, rigid bodies, integrable systems, stability and the KAM theorem, chaos, applications to celestial mechanics, fluid dynamics, and quantum mechanics. Voraussetzungen: Basic differential geometry (manifolds, differential forms)
<b>Literatur:</b> V.I.Arnold, Mathematical Methods of Classical Mechanics (Springer) H.Hofer and E.Zehnder, Symplectic Invariants and Hamiltonian Dynamics (Birkhaeuser)
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Symplectic Geometry</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> The following topics are covered in the lecture: - Newtonian mechanics - Lagrangian mechanics - Hamiltonian mechanics - Geodesics of left-invariant metrics on Lie groups - Linear symplectic geometry - Symplectic manifolds - Constructing symplectic manifolds - Hamiltonian systems on symplectic manifolds - Poisson manifolds - Coadjoint orbits

<b>Prüfung</b> <b>Symplectic Geometry and Hamiltonian Dynamics</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester
---

<b>Modul MTH-2251: Contact Topology</b> <i>Contact Topology</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Learning about the theory of contact structures and their interactions with other fields.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Basic differential geometry (manifolds, differential forms)		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Contact Topology</b> <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> This course is an introduction to contact structures and their interactions with other fields. It covers the following topics, with an emphasis on dimension three: foliations and contact structures, Legendrian and transverse knots, Bennequin's inequality, the tight versus overtwisted dichotomy, symplectic fillings, convex surface theory.
<b>Literatur:</b> H.Geiges, An Introduction to Contact Topology (Cambridge Univ. Press)

<b>Prüfung</b> <b>Contact Topology</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
---

<b>Modul MTH-2252: H-Principles in Contact Topology</b> <i>H-Principles in Contact Topology</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe25) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Learning about h-principles in the theory of contact structures in higher dimensions.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Basic differential geometry (manifolds, differential forms)		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: H-Principles in Contact Topology</b> <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> This course is an introduction to h-principles in contact topology in higher dimensions. The emphasis is on the h-principle for convex hypersurfaces recently discovered by Honda and Huang and its applications to the following topics: existence of open books, Giroux correspondence for open books, existence and uniqueness of Lefschetz fibrations on Weinstein domains.
<b>Literatur:</b> K. Cieliebak, Y. Eliashberg and N. Mishachev, The H-Principle in Symplectic Topology

<b>Prüfung</b> <b>H-Principles in Contact Topology</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
---

<b>Modul MTH-2270: Algebraische Topologie (Vertiefung)</b> <i>Advanced Topics in Algebraic Topology</i>		9 ECTS/LP
Version 2.2.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Es werden vertiefte Kenntnisse in der algebraischen Topologie vermittelt. Die Studierenden werden befähigt, sich eigenständig mit Literatur im Gebiet der algebraischen Topologie zu befassen. Dieser Modul dient auch als Vorbereitung zu weiterführenden Seminaren und Abschlussarbeiten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Algebraische Topologie (Vertiefung)</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Dieser Modul baut auf den Modul Algebraische Topologie auf. Es werden weiterführende Themen der algebraischen Topologie behandelt wie Kohomologie, Poincaré-Dualität, Homotopietheorie, Vektorbündel, Bordismus, K-Theorie. Voraussetzungen: Algebraische Topologie
<b>Literatur:</b> Bredon, G.E.: Topology and Geometry, vol. 139, Graduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, 1993. Dold, A.: Lectures on Algebraic Topology, vol. 200. Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen, Springer-Verlag, 1972. May, J. P.: A Concise Course in Algebraic Topology, University of Chicago Press. Spanier, E.: Algebraic Topology. McGraw-Hill, 1966.

<b>Prüfung</b> <b>Algebraische Topologie (Vertiefung)</b> Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-2320: Markov-Ketten und Monte-Carlo-Simulation</b> <i>Markov Chains and Monte-Carlo-Simulation</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der mathematischen Konzepte für Markov-Ketten, Verständnis der Funktionsweise von Markov-Chain-Monte-Carlo-Algorithmen, Fähigkeit, solche Algorithmen selbstständig an Modelle zu adaptieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Stochastik I / Stochastik II		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Markov-Ketten und Monte-Carlo-Simulation</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gernot Müller</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6,00</p>
<p><b>Inhalte:</b> Markov-Ketten in diskreter / stetiger Zeit und mit diskretem / stetigem Zustandsraum, Stationarität, Ergodizität, Reversibilität, Markov-Chain-Monte-Carlo-Algorithmen</p>
<p><b>Literatur:</b> Bremaud, P. (2008). Markov Chains, Gibbs Fields, Monte Carlo Simulation, and Queues. Springer. Meyn, S.P., Tweedie, R.L. (1993). Markov Chains and Stochastic Stability. Springer. Robert, C.P., Casella, G. (2004). Monte Carlo Statistical Methods. Springer</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Markov-Ketten und Monte-Carlo-Simulation</b> Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 90 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht</p> <p><b>Beschreibung:</b> Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.</p>

<b>Modul MTH-2340: Holomorphic curves - an introduction to the modern methods of symplectic geometry</b> <i>Holomorphic Curves - An Introduction to Modern Methods of Symplectic Geometry</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Urs Frauenfelder		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Restricted three body problem Global surface of section Contact topology Holomorphic curves Symplectic field theory		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Kenntnisse in Differentialgeometrie und Funktionalanalysis.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Holomorphic curves</b> <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig
<b>Inhalte:</b> The goal of this lecture is to make students familiar with global methods in Hamiltonian mechanics. The Hamiltonian system which plays a major role in this lecture is the restricted three body problem. In this problem one studies the dynamics of a massless body (the satellite) which is attracted by two massive bodies (the earth and the moon) according to Newton's law of gravitation. The dynamics of the satellite is prescribed by the flow of a vector field on a three dimensional energy hypersurface. One of the major questions in this lecture is if this flow admits a global surface of section. Such a global surface of section is a gadget which allows one to store the information carried by the flow on the three dimensional energy hypersurface in an area preserving map from the two dimensional disk to itself, i.e., such a gadget reduces the complexity of the problem by one dimension. Global surfaces of section can be constructed with the help of holomorphic curves. In this lecture we will study the rich interplay between holomorphic curves, contact topology and dynamics which brings students to the forefront of modern research.
<b>Literatur:</b> McDuff, Salamon J-holomorphic Curves and Symplectic Topology AMS

<b>Prüfung</b> <b>Holomorphic curves - an introduction to the modern methods of symplectic geometry (9 LP)</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester
---

<b>Modul MTH-2490: Endliche Körper</b> <i>Finite Fields</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden werden anhand des Studiums einer diskreten algebraischen Struktur ein vertieftes Verständnis von algebraischer, kombinatorischer und zahlentheoretischer Denkweise erwerben.		
<b>Bemerkung:</b> Die Module MTH-2240 und MTH-2490 unterscheiden sich im Aufwand (SWS und LP), sind aber inhaltlich nahezu identisch. Daher dürfen Studierende nur eines dieser beiden Module einbringen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 6 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Lineare Algebra I und II, Grundlagen der Algebra, der Kombinatorik und der elementaren Zahlentheorie.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Ausschluss-Bedingung: Dieses Modul darf nicht eingebracht werden, wenn das Modul MTH-2240 oder MTH-2590 bereits eingebracht wurde!
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Moduleile</b>
<b>Moduleil: Endliche Körper</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig
<b>Lernziele:</b> Die Studierenden werden anhand des Studiums einer diskreten algebraischen Struktur ein vertieftes Verständnis von algebraischer, kombinatorischer und zahlentheoretischer Denkweise erwerben.
<b>Prüfung</b> <b>Endliche Körper</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2520: Algebraic groups and homogeneous spaces</b> <i>Algebraic Groups and Homogeneous Spaces</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS19/20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Bemerkung:</b> momentan nicht angeboten!		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Algebraic groups and homogeneous spaces</b> <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00

<b>Prüfung</b> <b>Algebraic groups and homogeneous spaces</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-2530: Perverse Garben</b> <i>Perverse Sheaves</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.1 (seit WS19/20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Hien		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Theorie der derivierten Kategorien und speziell die derivierte Kategorie der Garben auf einem topologischen Raum.</li> <li>• Verdier-Dualität</li> <li>• triangulierte Kategorien und t-Strukturen</li> <li>• Definition und Anwendungen des Begriffs "Perverse Garben"</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Vorlesung führt in die modernen Techniken der Theorie der Garben auf Mannigfaltigkeiten (insbesondere der derivierten Kategorie von Garben) ein. Die entsprechenden Konstruktionen, derivierte Kategorien, triangulierte Kategorien, t-Strukturen werden abstrakt besprochen und im Hinblick auf Garben studiert.  Der Begriff "Perverse Garben" wird entwickelt und die Anwendungen (im Sinn der Riemann.Hilbert-Korrespondenz) werden besprochen.  Die Teilnehmer erlernen fundamentale Kenntnisse und Techniken, die in vielen Bereichen der Algebraischen Geometrie, Komplexen Geometrie, Symplektischen Geometrie oder Algebraischen Topologie Anwendung finden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Perverse Garben</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Prüfung</b> <b>Perverse Garben</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2540: Floer Homologie</b> <i>Floer Homology</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS19/20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Urs Frauenfelder		
<b>Inhalte:</b> Arnold conjecture, Analysis of pseudoholomorphic curves, Rabinowitz action functional		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Floer Homologie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Arnold conjecture, Analysis of pseudoholomorphic curves, Rabinowitz action functional
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Floer Homology</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>

<b>Prüfung</b> <b>Floer Homologie</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester
--

<b>Modul MTH-2590: Topics in Galois Fields</b> <i>Topics in Galois Fields</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS21/22) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger		
<b>Inhalte:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Algebraic and number theoretical foundation</li> <li>2. Multiplicative group, existence and uniqueness</li> <li>3. Mappings for extensions of finite fields and normal bases</li> <li>4. The algebraic closure of a finite field</li> <li>5. Irreducible polynomials over finite fields</li> <li>6. Factorization of univariate polynomials over finite fields</li> <li>7. Normal bases and cyclotomic modules</li> <li>8. Characters, Gauss sums and the DFT</li> <li>9. Primitive normal bases</li> <li>10. Basis representation and arithmetics</li> <li>11. Primitive elements in affine hyperplanes</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> "Finite fields" (resp. "Galois fields") belong to the fundamental structures which play an important role in modern applications, such as Coding Theory, Cryptography or Signal processing. After establishing the classical results on finite fields, our focus will be on developments from the last 25 years.		
<b>Bemerkung:</b> Concerning the contents, the previous modules MTH-2240 and MTH-2490 are nearly identical to MTH-2590. It is therefore possible to earn credit points only for one of these modules.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Linear Algebra; foundations of Algebra, Combinatorics and elementary Number Theory.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> This module can only be credited, when module MTH-2240 or module MTH-2490 have not already been credited.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Topics in Galois Fields: Lectures and Exercises</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Lernziele:</b> "Finite fields" (resp. "Galois fields") belong to the fundamental structures which play an important role in modern applications, such as Coding Theory, Cryptography or Signal processing. After establishing the classical results on finite fields, our focus will be on developments from the last 25 years.

**Inhalte:**

1. Algebraic and number theoretical foundation
2. Multiplicative group, existence and uniqueness
3. Mappings for extensions of finite fields and normal bases
4. The algebraic closure of a finite field
5. Irreducible polynomials over finite fields
6. Factorization of univariate polynomials over finite fields
7. Normal bases and cyclotomic modules
8. Characters, Gauss sums and the DFT
9. Primitive normal bases
10. Basis representation and arithmetics
11. Primitive elements in affine hyperplanes

**Literatur:**

Dirk Hachenberger and Dieter Jungnickel, Topics in Galois Fields, Springer Nature Switzerland, Cham, 2020.

**Prüfung**

**Topics in Galois Fields**

Hausarbeit/Seminararbeit, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2640: Kategorientheorie</b> <i>Category Theory</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengentheoretische Grundlagen</li> <li>• Kategorien, Funktoren, natürliche Transformationen</li> <li>• Beispiele</li> <li>• Limiten und Kolimiten</li> <li>• Adjungierte Funktoren</li> <li>• Kan-Erweiterungen</li> <li>• Enden und Koenden</li> <li>• Monoidale Kategorien</li> <li>• Lokalisierung von Kategorien</li> <li>• Anwendungen</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten haben einen Überblick über die wesentlichen Konzepte der Kategorientheorie gewonnen. Sie erkennen in anderen Teilgebieten der Mathematik universelle Konstruktionen und können die Kategorientheorie gewinnbringend in anderen Disziplinen einbringen. Sie nehmen Kategorien weiter als algebraische Objekte wahr, die Invarianten anderer Strukturen sein können. Die Studenten verstehen schließlich die grundlagentheoretischen Probleme, die sich durch einen zu naiven Begriff einer Menge ergeben, und haben Anwendungen außerhalb der Mathematik, z.B. in der theoretischen Informatik gesehen.		
<b>Voraussetzungen:</b> Zur erfolgreichen Belegung des Moduls benötigen die Teilnehmer lediglich eine gewisse mathematische Reife und das Interesse, sich mit abstrakten Strukturen zu beschäftigen.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<b>Modulteil: Kategorientheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch
<b>Modulteil: Übungen zur Kategorientheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch

<b>Prüfung</b> <b>Kategorientheorie</b> Mündliche Prüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>Beschreibung:</b> Es sind schriftliche Übungsaufgaben zu bearbeiten, mündlich an der Tafel vorzurechnen und am Ende eine kurze mündliche Prüfung zu bestehen.
---

<b>Modul MTH-2643: Betrachtungen zur Mathematischen Logik</b> <i>Reflections on Mathematical Logic</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prädikatenlogik</li> <li>- Sequenzenkalkül</li> <li>- Gödelscher Vollständigkeitssatz</li> <li>- Kompaktheitssatz und Satz von Löwenheim-Skolem</li> <li>- ZFC</li> <li>- Modalitäten</li> <li>- Unentscheidbarkeit und Halteproblem</li> <li>- Gödelsche Unvollständigkeitssätze</li> <li>- Gentzens Konsistenzbeweis der Arithmetik</li> <li>- Konstruktive Logik</li> <li>- Modelltheorie</li> <li>- Nicht-Standard-Modelle</li> <li>- Logik 2. Stufe</li> </ul>		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> nach Bedarf	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Mathematische Logik</b> <b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>Prüfung</b> <b>Mathematische Logik</b> Portfolioprüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester		

<b>Modul MTH-2650: Homotopietypentheorie</b> <i>Homotopy Type Theory</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Inhalte:</b> Zunächst wird mathematisches Arbeiten innerhalb einer intuitionistischen Typentheorie vermittelt. Dabei wird ein besonderer Fokus auf den Gleichheitsbegriff gelegt. Gleichheit in elementaren Typen wird charakterisiert. Homotopietheoretische Begriffe, das Univalenzaxiom und Beispiele von höheren induktiven Typen werden eingeführt. Diese Homotopietheoretische Erweiterung der Typentheorie wird eingesetzt, um ausgewählte Homotopiegruppen zu berechnen und abstrakte Varianten klassischer Resultate der algebraischen Topologie zu beweisen.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> * Mathematisches Argumentieren und Beweisen in einer abhängigen Typentheorie. Diese Kenntnisse sind eine Grundlage für die Verwendung der meisten computergestützten Beweisassistenzsysteme. * Grundlegendes Verständnis für Fragestellungen und Techniken der abstrakten Homotopietheorie. Die gewonnenen Vorstellungen sind übertragbar auf andere Herangehensweisen wie etwa höhere Kategorientheorie. * Anwendung von Univalenz und höheren Induktiven Typen auf homotopietheoretische Probleme. Ein Studium fortgeschrittener Themen der Homotopietypentheorie ist damit möglich.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Erfahrung mit abstrakter Mathematik, wie sie etwa im Rahmen von einführenden Modulen der Bereiche Topologie und Algebra erlangt werden kann. Elementare Kenntnisse in diesen Bereichen sind hilfreich, aber nicht erforderlich.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Homotopietypentheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> Wintersemester <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Homotopientypentheorie</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>		

**Modulteil: Übungen zur Homotopietypentheorie**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Homotopietypentheorie** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Modulprüfung**

Portfolioprüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-2690: Inverse Probleme</b> <i>Inverse Problems</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Jan-Frederik Pietschmann		
<b>Inhalte:</b> * Charakterisierung inverser Aufgaben anhand von angewandten Beispielen aus der Mathematik, den Naturwissenschaften und dem Ingenieurwesen * die Hadamard'sche Korrektheitsdefinition und das Phänomen der Inkorrektheit * Inverse Probleme als lineare und nichtlineare Operatorgleichungen in Banach- und Hilberträumen mit Schwerpunkt auf linearen Problemen * Singulärwertzerlegung kompakter Operatoren und Grad der Inkorrektheit * Theorie und Praxis der Regularisierung inkorrektur Aufgaben mit Mitteln der Analysis, Numerik, Optimierung und Stochastik * Konvergenzraten und Quelldarstellungen * Statistische Inverse Probleme		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Ziel dieses Moduls ist die Einführung in die Mathematik inverser Probleme, wobei sowohl die angewandte Komponente (naturwissenschaftlich-technische und ökonomische Probleme inverser Natur) als auch die theoretische Komponente (funktionalanalytische Behandlung, Nutzung von Techniken der Analysis, Numerik, Optimierung und Stochastik) eine unverzichtbare Rolle spielen. Die Studenten erwerben die Kompetenz zum Erkennen inverser Problemstellungen und ihrer Instabilität und zum Überwinden der spezifischen Probleme durch angepasste Techniken der Regularisierung mittels objektiver und subjektiver Apriori-Informationen im Rahmen mathematischer Handwerkszeuge.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Funktionalanalysis		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Inverse Probleme</b> <b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>Prüfung</b> <b>Inverse Probleme</b> Portfolioprüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht		

<b>Modul MTH-2710: Homotopische Algebra</b> <i>Homotopical Algebra</i>		18 ECTS/LP
Version 1.0.0 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> Semester
	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

**Modulteile**

**Modulteil: Homotopische Algebra I**

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Prüfung**

**Homotopische Algebra**

Mündliche Prüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-2730: Homotopietheorie</b> <i>Homotopy Theory</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Steimle		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden lernen grundlegende Konzepte, Techniken und Resultate der modernen Homotopietheorie und wissen, wie man sie in verschiedenen Bereichen der Geometrie und Algebra anwenden kann.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b>	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Modulteil: Homotopietheorie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Die moderne Homotopietheorie ist eine axiomatische Theorie, die auf so unterschiedliche Bereichen der Mathematik wie Topologie, algebraischer Geometrie, Operatortheorie und Darstellungstheorie gleichermaßen anwendbar ist, und in deren Zentrum der Begriff von unendlich-Kategorien steht. Die Vorlesung bietet einen Einstieg in die moderne Homotopietheorie aus praxisorientierter Sicht, d. h. im Vordergrund steht nicht der systematische Aufbau der Theorie, sondern ein möglichst schneller Weg zu den zentralen Konzepten. Im Vordergrund steht dabei das Erlernen der kategoriellen Sprache und Techniken und der Überblick über verschiedene Anwendungen in unterschiedlichen Bereichen der Mathematik.

<b>Prüfung</b> <b>Prüfung</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-3251: Complex Geometry I</b> <i>Complex Geometry I</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundvorlesungen in linearer Algebra</li> <li>• Grundvorlesungen in Analysis</li> <li>• Funktionentheorie</li> </ul>		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Complex Geometry I</b> <b>Sprache:</b> Deutsch

<b>Prüfung</b> <b>Complex Geometry I</b> Mündliche Prüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester
---

<b>Modul MTH-3265: Lie-Gruppen und homogene Räume</b> <i>Lie Groups and Homogeneous Spaces</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Dr. Peter Quast		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Lie-Gruppen und homogene Räume</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 6,00		
<b>Prüfung</b> <b>Lie-Gruppen und homogene Räume</b> Modulprüfung, schriftliche Prüfung oder mündliche Prüfung oder Portfolioprüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht		

<b>Modul MTH-3280: Nonlinear Functional Analysis</b> <i>Nonlinear Functional Analysis</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak		
<b>Inhalte:</b> This course is an introduction to nonlinear functional analysis and its applications. It covers the following topics: Banach manifolds, nonlinear Fredholm operators, implicit function theorem, Sard-Smale theorem, Leray-Schauder degree, Frechet manifolds, Nash-Moser implicit function theorem, scaled Banach spaces, applications to ordinary and partial differential equations.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Learning about the basic techniques of nonlinear functional analysis and their applications to differential equations.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 270 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Solide Analysiskenntnisse, die die wesentlichen Inhalte der Vorlesungen Analysis 1, 2 und 3 sowie der Funktionalanalysis abdecken. Modul Funktionalanalysis (MTH-1100)		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Nonlinear Functional Analysis</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Kai Cieliebak <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Lernziele:</b> Learning about the basic techniques of nonlinear functional analysis and their applications to differential equations.
<b>Inhalte:</b> This course is an introduction to nonlinear functional analysis and its applications. It covers the following topics: Banach manifolds, nonlinear Fredholm operators, implicit function theorem, Sard-Smale theorem, Leray-Schauder degree, Frechet manifolds, Nash-Moser implicit function theorem, scaled Banach spaces, applications to ordinary and partial differential equations.
<b>Literatur:</b> K. Deimling, Nonlinear Functional Analysis
<b>Prüfung</b> <b>Nonlinear Functional Analysis</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-3500: Spezielle Kapitel der Algebra</b> <i>Selected Topics in Algebra</i>		3 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Algebra vertieft.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Vertiefte Kenntnisse in Algebra		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

**Modulteile**

**Modulteil:** [Spezielle Kapitel der Algebra](#)

**Sprache:** Deutsch

**Prüfung**

**Spezielle Kapitel der Algebra (3 LP) MTH-3500**

Modulprüfung, Lehrveranstaltungsprüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

**Prüfung**

**Spezielle Kapitel der Algebra**

Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-3510: Spezielle Kapitel der Analysis</b> <i>Selected Topics in Analysis</i>		3 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Analysis vertieft.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Vertiefte Kenntnisse in Analysis		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

**Modulteile**

**Modulteil: Spezielle Kapitel der Analysis**

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Stochastic Analysis** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Spezielle Kapitel der Analysis**

Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-3520: Spezielle Kapitel der Geometrie</b> <i>Selected Topics in Geometry</i>		3 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit SoSe21) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Geometrie vertieft.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Vertiefte Kenntnisse in Geometrie		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: <a href="#">Spezielle Kapitel der Geometrie</a></b> <b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>Prüfung</b> <b>Spezielle Kapitel der Geometrie</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet		

<b>Modul MTH-3530: Spezielle Kapitel der Optimierung</b> <i>Selected Topics in Optimization</i>		3 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Mirjam Dür		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Optimierung vertieft.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Vertiefte Kenntnisse in der Optimierung		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

**Modulteile**

**Modulteil:** [Spezielle Kapitel der Optimierung](#)

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig

**Prüfung**

**Spezielle Kapitel der Optimierung**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-3540: Spezielle Kapitel der Stochastik</b> <i>Selected Topics in Stochastics</i>		3 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit SoSe18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Großkinsky		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Stochastik vertieft.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Vertiefte Kenntnisse in Stochastik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

**Modulteile**

**Modulteil:** **Spezielle Kapitel der Stochastik**

**Sprache:** Deutsch

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Stochastic Analysis** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Spezielle Kapitel der Stochastik**

Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-3550: Spezielle Kapitel der Numerik</b> <i>Selected Topics in Numerics</i>		3 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Peterseim		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Numerik vertieft.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Vertiefte Kenntnisse in Numerik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

**Modulteile**

**Modulteil: Spezielle Kapitel der Numerik**

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Spezielle Kapitel der Numerik** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.\**

Studierende vertiefen ihre Kenntnisse im Themengebiet der numerischen Analysis von Quantenalgorithmen.

Students deepen their knowledge in the field of numerical analysis of quantum algorithms.

**Prüfung**

**Spezielle Kapitel der Numerik**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-3560: Ausgewählte Kapitel der Variationsrechnung</b> <i>Selected Topics in the Calculus of Variations</i>		9 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu freien Randwertproblemen, insbesondere die Theorie der Funktionen von beschränkter Variation in mehreren Dimensionen. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung, Forschungsliteratur in diesem Gebiet zu lesen, sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten sowie die erlernte Theorie in anwendungsorientierten Problemen einzusetzen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Solide Analysiskenntnisse, die die wesentlichen Inhalte der Vorlesungen Analysis 1, 2 und 3 sowie der Funktionalanalysis abdecken. Es wird empfohlen, die Vorlesung Theorie der partiellen Differentialgleichungen oder die Vorlesung Variationsrechnung gehört zu haben.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Ausgewählte Kapitel der Variationsrechnung</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Literatur:</b> Luigi Ambrosio, Nicola Fusco, and Diego Pallara. Functions of bounded variation and free discontinuity problems. Oxford Mathematical Monographs. The Clarendon Press, Oxford University Press, New York, 2000. Lawrence C. Evans and Ronald F. Gariepy. Measure theory and fine properties of functions. Textbooks in Mathematics. CRC Press, Boca Raton, FL, revised edition, 2015. Herbert Federer. Geometric measure theory. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften, Band 153. Springer-Verlag New York Inc., New York, 1969.

<b>Prüfung</b> <b>Ausgewählte Kapitel der Variationsrechnung</b> Portfolioprüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-3580: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Analysis</b> <i>Selected Topics in Nonlinear Analysis</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS19/20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu ausgewählten Problemen in der Theorie der nichtlinearen Analysis. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung Forschungsliteratur in diesen Gebieten zu lesen und sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Solide Analysiskenntnisse, die die wesentlichen Inhalte der Vorlesungen Analysis 1, 2 und 3 sowie der Funktionalanalysis abdecken.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Analysis</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 4,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Inhalte:</b> Variationelle Probleme Regularitätstheorie, Nichtlineare Gleichungen, Ggf. Anwendungen
<b>Literatur:</b> wird in der VL bekanntgegeben

<b>Prüfung</b> <b>Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Analysis</b> Mündliche Prüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
---

<b>Modul MTH-3590: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten</b> <i>Computational Uncertainty Quantification for Partial Differential Equations</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Peterseim		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Tieferes Verständnis der Unsicherheitsquantifizierung bei partiellen Differentialgleichungen mit Unsicherheiten in ihren wichtigsten Ausprägungen; Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Methoden, auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Verständnis der Problematik hochdimensionaler Probleme sowie grundlegender Lösungsansätze; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Empfohlen: Numerik partieller Differentialgleichungen		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten</b> <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00		
<b>Inhalte:</b> Grundlagen der Theorie partieller Differentialgleichungen mit Unsicherheiten; Approximationstheorie und Numerik hochdimensionaler Probleme; Monte-Carlo-Methoden, stochastische Kollokations- und Galerkin-Methoden, Momentenmethode, Bayessche Methoden		
<b>Literatur:</b> R.G. Ghanem, P.D. Spanos: Stochastic finite elements: a spectral approach. Springer-Verlag, 1991 O.P. Le Maître, O.M. Knio: Spectral methods for uncertainty quantification. Springer, 2010 M.B. Giles: Multilevel Monte Carlo methods, Acta Numerica 24 (2015), 259–328 T.J. Sullivan: Introduction to uncertainty quantification, Springer, 2015		
<b>Prüfung</b> <b>MTH-3590 Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten</b> Portfolioprüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht <b>Beschreibung:</b> Die genauen Prüfungsmodalitäten werden am Anfang der Vorlesung bekannt gegeben.		

<b>Modul MTH-3650: Finite Elemente in der Variationsrechnung</b> <i>Finite elements in the calculus of variation</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Peterseim		
<b>Inhalte:</b> Aufbauend auf grundlegende Inhalte der Module Numerik partieller Differentialgleichungen bzw. Methoden der finiten Elemente werden weiterführende Aspekte der Finite-Elemente-Methode behandelt, insbesondere im Hinblick auf die Variationsrechnung. Finite-Elemente-Methode für konvexe Minimierungsprobleme Fehlerschranken mit Primal-Dual-Schätzer Voraussetzungen: Es wird empfohlen, die mit dem erfolgreichen Absolvieren einer der Module "Numerik partieller Differentialgleichungen" oder "Finite Elemente Methoden" einhergehenden Kompetenzen erworben zu haben.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Tieferes Verständnis der Finite-Elemente-Methode für Probleme aus der Variationsrechnung; Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Methoden, auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Verständnis der auftretenden Nichtlinearität sowie grundlegender Lösungsansätze; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Finite Elemente in der Variationsrechnung</b> <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Lernziele:</b> Tieferes Verständnis der Finite-Elemente-Methode für Probleme aus der Variationsrechnung; Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Methoden, auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Verständnis der auftretenden Nichtlinearität sowie grundlegender Lösungsansätze; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.

**Inhalte:**

Aufbauend auf grundlegende Inhalte der Module Numerik partieller Differentialgleichungen bzw. Methoden der finiten Elemente werden weiterführende Aspekte der Finite-Elemente-Methode behandelt, insbesondere im Hinblick

auf die Variationsrechnung.

Finite-Elemente-Methode für konvexe Minimierungsprobleme

Fehlerschranken mit Primal-Dual-Schätzer

Voraussetzungen: Es wird empfohlen, die mit dem erfolgreichen Absolvieren einer der Module "Numerik partieller Differentialgleichungen" oder "Finite Elemente Methoden" einhergehenden Kompetenzen erworben zu haben.

**Literatur:**

Literatur:

S. Bartels: Numerical methods for nonlinear partial differential equations, Springer Series in Computational Mathematics, Vol. 47, 2015

R. T. Rockafellar: Convex analysis, Princeton Mathematical Series, Vol. 28, 1970

**Prüfung**

**MTH-3650 Finite Elemente in der Variationsrechnung**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-9622: Elemente der geometrischen Maßtheorie</b> <i>Elements of Geometric Measure Theory</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Inhaltsübersicht als Auflistung: - Überdeckungssätze - Differentiaion von Maßen - Theorie der BV-Funktionen Voraussetzungen: Solide Kenntnisse der Lebesgueschen Integrationstheorie.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Solide Analysiskenntnisse, die die wesentlichen Inhalte der Vorlesungen Analysis 1, 2 und 3 abdecken.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Elemente der geometrischen Maßtheorie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 4,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Inhalte:</b> Inhaltsübersicht als Auflistung: - Überdeckungssätze - Differentiaion von Maßen - Theorie der BV-Funktionen
<b>Literatur:</b> Lawrence C. Evans and Ronald F. Gariepy. Measure theory and fine properties of functions. Textbooks in Mathematics. CRC Press, Boca Raton, FL, revised edition, 2015. Herbert Federer. Geometric measure theory. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften, Band 153. Springer-Verlag New York Inc., New York, 1969.
<b>Prüfung</b> <b>Elemente der geometrischen Maßtheorie</b> Portfolioprüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-1340: Seminar zur Algebra</b> <i>Seminar on Algebra</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten sind in der Lage, sich ein auf den Grundvorlesungen und weiterführenden Vorlesungen der Algebra aufbauendes eng umgrenztes Thema anhand von Lehrbüchern selbständig zu erarbeiten. Sie haben gelernt, die entscheidenden Punkte des jeweiligen Themas zu extrahieren und dann in einem einer Vorlesung ähnlichen Tafelvortrag den anderen Seminarteilnehmern verständnisorientiert zu vermitteln.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

**Moduleile****Moduleil: Seminar zur Algebra****Lehrformen:** Seminar**Sprache:** Deutsch**Angebotshäufigkeit:** jedes Semester**Arbeitsaufwand:**

2 Std. Seminar (Präsenzstudium)

**SWS:** 2,00**ECTS/LP:** 6.0**Inhalte:**

Seminar über ein Thema der Algebra, der algebraischen Geometrie oder der algebraischen Zahlentheorie.

Mögliche Themen sind etwa:

Die p-adischen Zahlen

Der Satz von Auslander--Buchsbaum

Ganze Ringerweiterungen

Die kubische Fläche

Quadratische Formen

Galoissche Theorie und Überlagerungen

Moduln über Dedekindschen Bereichen

Elliptische Kurven

Kryptographie

Einführung in die Theorie der Schemata

Voraussetzungen: Solide Grundkenntnisse in Algebra und algebraischen Strukturen, wie Ringe, Körper und Moduln.

**Literatur:**

S. Lang: Algebra. Springer.  
M. F. Atiyah, I. G. MacDonald: Introduction to Commutative Algebra.  
R. Hartshorne: Algebraic Geometry. Springer.  
J.-P. Serre: A Course in Arithmetics. Springer.  
Eisenbud, D., Harris, J.: The geometry of schemes. Springer, 2000.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Seminar zur Algebra und Zahlentheorie (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Seminar zur Algebra**

Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-1360: Seminar zur Analysis</b> <i>Seminar on Analysis</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker		
<b>Inhalte:</b> siehe die jeweiligen Veranstaltungen. Wird rechtzeitig vor Beginn des Semesters festgelegt.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Durch Selbststudium mathematischer Themen im Bereich der Analysis und ihrer Anwendungen, Vortrag und wissenschaftlicher Diskussion sollen folgende Ziele erreicht werden: Befähigung zum selbständigen Erarbeiten wissenschaftlicher Literatur, Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung komplexer Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten mathematischen Methoden Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Eigenständiges Arbeiten mit wissenschaftlicher Literatur, Erprobung verschiedener Präsentationstechniken und Präsentationsmedien, Führen wissenschaftlicher Diskussionen und die Vermittlung von Problemlösungsansätzen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Eine der zugeordneten Moduleile muss abgelegt werden. Die genaue Form der Modulprüfung wird rechtzeitig vor Beginn des Semesters festgelegt.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Moduleile</b>
<b>Moduleil: Seminar zur Analysis</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Lernziele:</b> Durch Selbststudium mathematischer Themen im Bereich der Analysis und ihrer Anwendungen, Vortrag und wissenschaftlicher Diskussion sollen folgende Ziele erreicht werden: Befähigung zum selbständigen Erarbeiten wissenschaftlicher Literatur, Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung komplexer Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten mathematischen Methoden Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Eigenständiges Arbeiten mit wissenschaftlicher Literatur, Erprobung verschiedener Präsentationstechniken und Präsentationsmedien, Führen wissenschaftlicher Diskussionen und die Vermittlung von Problemlösungsansätzen.

<b>Inhalte:</b> aktuelle wechselnde Forschungsthemen. Wird in der jeweiligen Lehrveranstaltung vor Semesterbeginn bekannt gegeben.
<b>Lehr-/Lernmethoden:</b> Eigenständige Einarbeitung in ein aktuelles Forschungsgebiet, eigenständige Präsentation und wissenschaftliche Diskussion
<b>Literatur:</b> Wird in der jeweiligen Lehrveranstaltung vor Semesterbeginn bekannt gegeben.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Fourier Analysis</b> (Seminar) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> Fourier Analysis bietet eine mächtige Grundlage der modernen Mathematik und ihrer Anwendungen in zahlreichen Disziplinen, insbesondere in der Signalverarbeitung und der Numerik. Werkzeuge wie Interpolationsungleichungen, Fourier-Reihen, Fourier-Transformationen und singuläre Integrale helfen auch physikalische Fragestellungen besser zu verstehen. Ziel des Seminars ist es, die elementaren Konzepte der Fourier Analysis zu verstehen, rigoros einzuführen und mit Anwendungen in Verbindung zu bringen. <b>Nichtlineare Funktionalanalysis</b> (Seminar) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> Nichtlineare partielle Differentialgleichungen spielen eine fundamentale Rolle in der Beschreibung physikalischer Phänomene. In diesem wöchentlich stattfindenden Seminar beschäftigen wir uns mit der funktionalanalytischen Behandlung nichtlinearer Randwert- und Rand-Anfangswertprobleme, indem diese als Operator(differential)gleichungen formuliert werden. Ein zentrales Konzept ist dabei der Begriff des monotonen Operators, der es erlaubt, abstrakte Existenz- und Eindeutigkeitsresultate zu erhalten. Weiterhin diskutieren wir Näherungsverfahren, die auch aus numerischer Sicht interessant sind. Für den Besuch des Seminars sind Vorkenntnisse aus der Vorlesung „Funktionalanalysis“ ausreichend; diese können bei Bedarf aber auch gemeinsam wiederholt und diskutiert werden. Das Seminar ist geeignet für Bachelor- und Masterstudierende der Studiengänge Mathematik und Wirtschaftsmathematik. Bei den wöchentlich stattfindenden Treffen besprechen wir Abschnitte aus dem unter Literatur angegebenen Buch.... (weiter siehe Digicampus)
<b>Prüfung</b> <b>Seminar zur Analysis Seminar zur Analysis</b> Modulprüfung, wird in der jeweiligen Veranstaltung vor dem Semesterbeginn festgelegt, benotet

<b>Modul MTH-1380: Seminar zur Geometrie</b> <i>Seminar on Geometry</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.2 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Selbststudium vertieften Wissens im Bereich der Geometrie und ihrer Anwendungen. Befähigung zum wissenschaftlichen Erarbeiten von Literaturquellen, Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen und erproben verschiedene Präsentationstechniken und Präsentationsmedien; Sie erlernen das Führen wissenschaftlicher Diskussionen und die Vermittlung von Problemlösungsansätzen		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Seminar (Präsenzstudium) 2 Std. Seminar (Präsenzstudium) 2 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Seminar zur geometrischen Gruppentheorie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Modulteil: Seminar zur Geometrie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Seminar (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Inhalte:</b> (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) Lie-Gruppen und ihre Darstellungen: Dieses Seminar führt in die Theorie der Lie-Gruppen und ihre Darstellungen ein. Geometrie und Topologie (Morsetheorie): Die Morsetheorie ist eines der fundamentalen Werkzeuge zur Untersuchung der Topologie glatter Mannigfaltigkeiten. Wir erarbeiten die Grundzüge dieser Theorie an Hand des klassischen Textes von Milnor und diskutieren Anwendungen auf die Klassifikation von Mannigfaltigkeiten (h-Kobordismussatz) und die Berechnung der Homotopiegruppen kompakter Liegruppen (Bott-Periodizität). Voraussetzungen: Einführung in die Geometrie Topologie Die Voraussetzungen sind abhängig vom jeweiligen Seminarthema

<p><b>Literatur:</b></p> <p>Bröcker, T., Dieck, T. Tom: Representations of Compact Lie Groups.          Fulton, W., Harris, J.: Representation theory.          Milnor, J.: Morse Theory. Annals of Mathematics Studies, Princeton University Press.          Milnor, J.: Lectures on the h-Cobordism Theorem. Princeton University Press.</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Bachelor-Seminar zur Geometrie und Topologie: Topologie und Geometrie von Mannigfaltigkeiten</b> (Seminar)  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p><b>Master-Seminar zur Geometrie: Atiyah-Singer-Indexsatz</b> (Seminar)  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p>
<p><b>Modulteil: Seminar zur Topologie</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch  <b>SWS:</b> 2,00  <b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Aufbauend auf einführende Vorlesungen in der Topologie oder Geometrie werden weiterführende Themen im Bereich der Topologie behandelt. Diese können auch als Grundlage für Bachelorarbeiten dienen.          Voraussetzungen: Grundlage ist eine einführende Vorlesung im Bereich der Geometrie oder Topologie.</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Bachelor-Seminar zur Geometrie und Topologie: Topologie und Geometrie von Mannigfaltigkeiten</b> (Seminar)  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p>
<p><b>Modulteil: Seminar zur Geometrie: Seminar Topics in Symplectic Geometry</b></p> <p><b>Sprache:</b> Englisch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester  <b>Arbeitsaufwand:</b>          2 Std. Seminar (Präsenzstudium)  <b>SWS:</b> 2,00  <b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Seminar über Symplectic Geometry          Voraussetzungen: Einführung in die Geometrie          Topologie          Die Voraussetzungen sind abhängig vom jeweiligen Seminarthema</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Bröcker, T., Dieck, T. Tom: Representations of Compact Lie Groups.          Fulton, W., Harris, J.: Representation theory.          Milnor, J.: Morse Theory. Annals of Mathematics Studies, Princeton University Press.          Milnor, J.: Lectures on the h-Cobordism Theorem. Princeton University Press.</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Topics in Symplectic Geometry</b> (Seminar)  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Seminar zur Geometrie</b>          Modulprüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet</p>

**Prüfung**

**Seminar zur Topologie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfung**

**Seminar zur Geometrie: Seminar Finsler-Geometrie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfung**

**Seminar zur Geometrie: Seminar Topics in Symplectic Geometry**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-1400: Seminar zur Optimierung</b> <i>Seminar on Optimisation</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Mirjam Dür		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Selbstständige Erarbeitung mathematischer Inhalte sowie einer angemessenen Präsentation in Wort und Schrift		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Einführung in die Optimierung (Optimierung I) Lineare Algebra Modul Lineare Algebra I (MTH-1000) - empfohlen Modul Einführung in die Optimierung (Optimierung I) (MTH-1140) - empfohlen		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 4. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Moduleile</b>
<p><b>Moduleil: Seminar zur Optimierung</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Seminar</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Studium ausgewählter Fragestellungen der Optimierung</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Seminar zur Optimierung: Multikriterielle Optimierung (Seminar)</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>            Inhalt: Im Rahmen dieses Seminars tauchen wir ein in die faszinierende Welt von Graphen mit spezieller Struktur, die in verschiedenen mathematischen und anwendungsorientierten Kontexten eine zentrale Rolle spielen. Wir beschäftigen uns unter anderem mit Paley Graphen, die durch Zahlentheorie definiert werden und bemerkenswerte symmetrische Eigenschaften besitzen, Hamming Graphen, die in der Kodierungstheorie zur Darstellung von Fehlerkorrekturcodes genutzt werden, sowie Cayley Graphen, die durch algebraische Gruppen definiert werden und Verbindungen zwischen Graphen- und Gruppentheorie herstellen. Die spezielle Struktur dieser Graphen erlaubt es oft, bestimmte Optimierungsprobleme leichter zu lösen und führt insofern zu spannenden Resultaten.</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Seminar zur Optimierung</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester</p>

<b>Modul MTH-1410: Seminar zur Stochastik</b> <i>Seminar on Stochastics</i>		6 ECTS/LP
Version 1.6.0 (seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Heydenreich		
<b>Inhalte:</b> Studium von wissenschaftlichen Zeitschriftenartikeln und Aufsätzen zu verschiedenen Themen (Erneuerungstheorie, Irrfahrten, Zufallszahlen). Erarbeiten von Simulationsstudien mit statistischer Auswertung.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Befähigung zum wissenschaftlichen Erarbeiten von Literaturquellen. Selbstständige Erarbeitung von Problemstellungen auf der Stochastik und deren Anwendungen. Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen und erproben verschiedene Präsentationstechniken; Sie erlernen das Führen wissenschaftlicher Diskussionen und die schriftliche Ausarbeitung von Texten mit mathematischem Inhalt (in TeX)		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Stochastik I und II sind wünschenswert.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteil</b>
<b>Modulteil: Seminar zur Stochastik</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Lernziele:</b> Befähigung zum wissenschaftlichen Erarbeiten von Literaturquellen. Selbstständige Erarbeitung von Problemstellungen auf der Stochastik und deren Anwendungen. Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen und erproben verschiedene Präsentationstechniken und Präsentationsmedien; Sie erlernen das Führen wissenschaftlicher Diskussionen und die schriftliche Ausarbeitung von Texten mit mathematischem Inhalt (in TeX)
<b>Literatur:</b> Literatur wird bekannt gegeben.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Seminar zur Stochastik (Seminar)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> Anhand von Beispielen wird im Seminar herausgearbeitet, wie forensische Befunde in Gerichtsverfahren quantifiziert werden. Dazu werden die mathematischen und statistischen Grundlagen der forensischen Analyse erarbeitet. Ein Schwerpunkt liegt auf der DNA-Analyse. Literatur: "Probability and Forensic Evidence" von Ronald Meester und Klaas Slooten, Cambridge University Press 2021 Zielgruppe: Anrechenbar für Bachelor- und Masterstudium Mathematik / Wi-Mathe / Data Science, sowie Lehramt Mathematik Dozent: Prof. Markus Heydenreich Termin: Geplant als Blockseminar im Wintersemester 2025/26 1. Vorbesprechung: Mittwoch, 30. Juli 2025 um 16:30, Raum L/2004 Anmeldung: Bei der Vorbesprechung oder per E-Mail beim Dozenten <b>Seminar zur Stochastik (Seminar zur Statistik) Master (Seminar)</b>

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Fortgeschrittene Methoden in der Bayesschen Statistik; Variational Inference; Programmierung illustrativer Beispiele in Python oder R.

**Modulteil: Seminar zur Stochastik: Hausdorff-Maß**

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig

**SWS:** 2,00

**ECTS/LP:** 6.0

**Inhalte:**

Äußeres Maß, Hausdorff-Maß  $k$ -ter Ordnung in  $\mathbb{R}^d$ , Integration bzgl. eines Hausdorff-Maßes, Transformationsformeln für Integrale, Hausdorff-Dimension von Nullmengen, Selbstähnlichkeit, Mengen vom Cantor-Typ, Normale Zahlen.

Voraussetzungen: Kenntnisse in Analysis I und II, Stochastik I (Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie)

**Literatur:**

C.A. Rogers: Hausdorff Measure, Cambridge UP, 1998

P. Billingsley: Probability and Measure, 3rd ed., Wiley, 2003

P. Billingsley: Ergodic Theory and Information, Wiley, 1965

K. Falconer: Fractal Geometry, 2nd ed., Wiley, 1998

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Seminar zur Stochastik (Seminar zur Statistik) Master (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Fortgeschrittene Methoden in der Bayesschen Statistik; Variational Inference; Programmierung illustrativer Beispiele in Python oder R.

**Prüfung**

**Seminar zur Stochastik**

Seminar, Vortrag, Ausarbeitung, Teilnahme an allen Seminarterminen, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Prüfung**

**Seminar zur Stochastik: Hausdorff-Maß**

Seminar, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-1640: Oberseminar zur Optimierung</b> <i>Research Seminar: Optimisation</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Mirjam Dür		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Vertiefte Kenntnisse über die aktuelle Forschung im Bereich der Optimierung. Befähigung zum eigenständigen wissenschaftlichen Arbeiten und zur Darstellung der resultierenden Forschungsergebnisse. Beherrschung verschiedener Präsentationstechniken.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Einführung in die Optimierung		
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b>	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Oberseminar zur Optimierung</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Inhalte:</b> Es werden aktuelle Forschungsthemen in der Optimierung diskutiert.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Oberseminar zur Optimierung</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> Es werden aktuelle Forschungsthemen in der Optimierung diskutiert. Voraussetzungen: Einführung in die Optimierung

<b>Prüfung</b> <b>Oberseminar zur Optimierung</b> Mündliche Prüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester
--

<b>Modul MTH-1720: Oberseminar zur Algebra</b> <i>Research Seminar: Algebra</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in mindestens einem Teilbereich der Algebra. Sie haben die Fertigkeit sich Problemstellungen der aktuellen Forschung selbstständig mittels Literaturstunden zu erarbeiten und in Form einer Präsentation darzustellen. Sie besitzen die Kompetenz, die Bedeutung der Problemstellungen und deren Lösungsansätze in einem speziellen Forschungsthema anderen zu vermitteln und diese auch in wissenschaftlicher Diskussion überzeugend zu vertreten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Oberseminar zur Algebra</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Seminar</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Das Oberseminar behandelt aktuelle wissenschaftliche Forschungstexte im Bereich der Algebra. Die Themen variieren nach den Vorkenntnissen der Studierenden.</p> <p>Voraussetzungen: Empfehlenswert sind mindestens zwei aufeinander aufbauende Vorlesungen oder Seminare im Bereich Algebra.</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>AG Algebra</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p><b>Oberseminar Algebra</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Oberseminar zur Algebra</b> Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester</p>

<b>Modul MTH-1730: Oberseminar zur Analysis</b> <i>Research Seminar: Analysis</i>		6 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker Beck, Peter, Schmidt		
<b>Inhalte:</b> Das Oberseminar behandelt aktuelle wissenschaftliche Forschungstexte im Bereich der Analysis. Die Themen variieren nach den Vorkenntnissen der Studierenden. Voraussetzungen: Vertieftes Wissen im Bereich Analysis.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Durch Selbststudium mathematischer Themen im Bereich der Analysis und ihrer Anwendungen, Vortrag und wissenschaftlicher Diskussion sollen folgende Ziele erreicht werden: Befähigung zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten mit aktueller wissenschaftlicher Literatur im Bereich Analysis, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe analytischer Methoden, Entwicklung neuer mathematischer Methoden. Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliche Vortragstechniken, Führen wissenschaftlicher Diskussionen und die Vermittlung von mathematischen Theorien.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Differentialgleichungen oder Funktionalanalysis. Empfehlenswert sind mindestens zwei aufeinander aufbauende Vorlesungen oder Seminare im Bereich der vertieften Analysis.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Oberseminar zur Analysis</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Fritz Colonius, Prof. Dr. Malte Peter, Prof. Dr. Dirk Blömker, Prof. Dr. Bernd Schmidt, Prof. Dr. Lisa Beck <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Seminar (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0		

**Inhalte:**

Das Oberseminar behandelt aktuelle wissenschaftliche Forschungstexte im Bereich der Analysis. Die Themen variieren nach den Vorkenntnissen der Studierenden.

**Literatur:**

Nach Vereinbarung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Oberseminar Differentialgleichungen**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Vortrag**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

<b>Modul MTH-1740: Oberseminar zur Differentialgeometrie (= Oberseminar zur Geometrie)</b> <i>Research Seminar: Differential Geometry</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.1 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Vertiefte Kenntnisse über die aktuelle Forschung im Bereich der Geometrie und Topologie. Befähigung zum eigenständigen wissenschaftlichen Arbeiten und zur Darstellung der resultierenden Forschungsergebnisse. Beherrschung verschiedener Präsentationstechniken.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Oberseminar zur Geometrie</b>  <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester  <b>Arbeitsaufwand:</b>              2 Std. Seminar (Präsenzstudium)  <b>SWS:</b> 2,00  <b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>
<p><b>Inhalte:</b>          Es werden aktuelle Forschungsthemen in der Differentialgeometrie und Topologie diskutiert.          Voraussetzungen: Einführung in die Geometrie          Topologie</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Arbeitsgruppenseminar Geometrie/Topologie (Seminar)</b>  <i>*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.*</i>          PhD- as well as Master- or Bachelor students of the Lehrstuhl für Differentialgeometrie and the Lehrstuhl für Analysis und Geometrie are welcome to talk about their research, work in progress or related topics.</p> <p><b>GNOSC - Not only Scalar Curvature (Seminar)</b>  <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i>          For more information, please see <a href="https://www.gnosc.net/">https://www.gnosc.net/</a></p> <p><b>Oberseminar Differentialgeometrie</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p>

<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Oberseminar zur Geometrie</b>          Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b>          in diesem Semester</p>
---

<b>Modul MTH-1750: Oberseminar zur Numerik</b> <i>Advanced Seminar: Numerical Analysis</i>		6 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit WS24/25) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in mindestens einem Teilbereich der Angewandten Analysis bzw. Numerik. Sie haben die Fertigkeit sich Problemstellungen der aktuellen Forschung selbstständig mittels Literaturstunden zu erarbeiten und in Form einer Präsentation darzustellen. Sie besitzen die Kompetenz, die Bedeutung der Problemstellungen und deren Lösungsansätze in einem speziellen Forschungsthema anderen zu vermitteln und diese auch in wissenschaftlicher Diskussion überzeugend zu vertreten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Gruppenseminar High Performance Scientific Computing</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Inhalte:</b> Numerical methods for high-performance scientific computing, such as adaptive multi-physics simulations, scientific machine learning, and their application in, e.g., Earth system modeling, climate & weather prediction, or medicine.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Oberseminar High-Performance Scientific Computing</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>
<b>Modulteil: Oberseminar zur Numerik: Numerische Mathematik</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Inhalte:</b> Das Oberseminar behandelt aktuelle wissenschaftliche Forschungstexte im Bereich der numerischen Mathematik. Die Themen variieren nach den Vorkenntnissen der Studierenden Voraussetzungen: Empfehlenswert sind die mit dem erfolgreichen Absolvieren von mindestens zwei aufeinander aufbauende Vorlesungen oder Seminare im Bereich Numerik einhergehenden Kompetenzen.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Oberseminar zur Numerik</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> Oberseminar des Lehrstuhls für Numerische Mathematik

**Modulteil: Oberseminar zur Numerik: Modellreduktion**

**Lehrformen:** Seminar

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Semester

**SWS:** 2,00

**ECTS/LP:** 6.0

**Inhalte:**

Das Oberseminar behandelt aktuelle wissenschaftliche Forschungstexte im Bereich der Modellreduktion. Die Themen variieren nach den Vorkenntnissen der Studierenden

Voraussetzungen: Empfehlenswert sind die mit dem erfolgreichen Absolvieren von mindestens zwei aufeinander aufbauende Vorlesungen oder Seminare im Bereich Numerik einhergehenden Kompetenzen.

**Modulteil: Oberseminar zur Numerik: Mathematische Modellierung und partielle Differentialgleichungen**

**Lehrformen:** Seminar

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Semester

**Arbeitsaufwand:**

2 Std. Seminar (Präsenzstudium)

**SWS:** 2,00

**ECTS/LP:** 6.0

**Inhalte:**

Das Oberseminar behandelt aktuelle wissenschaftliche Forschungstexte im Bereich der Numerischen Mathematik und Angewandten Analysis inkl. mathematische Modellierung. Die Themen variieren nach den Vorkenntnissen der Studierenden

Voraussetzungen: Empfehlenswert sind die mit dem erfolgreichen Absolvieren von mindestens zwei aufeinander aufbauende Vorlesungen oder Seminare im Bereich Numerik einhergehenden Kompetenzen.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Oberseminar zur Numerik: Mathematische Modellierung und partielle Differentialgleichungen**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Oberseminar zur Numerik: Modellreduktion**

Modulprüfung, Der konkrete Typ der Modulprüfung (Vortrag oder kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung oder mündliche Prüfung oder Portfolio) wird jeweils spätestens eine Woche vor Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben., benotet

**Prüfung**

**Oberseminar zur Numerik: Mathematische Modellierung und partielle Differentialgleichungen**

Modulprüfung, Kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung. Bearbeitungszeit: 3 Monate, Dauer der mündlichen Darstellung: 75 Minuten., benotet

<b>Modul MTH-1760: Oberseminar zur Stochastik</b> <i>Research Seminar: Stochastics</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe22) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Heydenreich Prof. Dr. Stefan Großkinsky		
<b>Inhalte:</b> Vortragen von wissenschaftlichen Ergebnissen, die insbesondere im Zusammenhang von Graduierungsarbeiten (Bachelor- und Masterarbeiten, Dissertationen) erarbeitet wurden. Wissenschaftliche Vorträge von Lehrstuhlangehörigen sowie Gästen aus dem In- und Ausland zwecks Vermittlung neuester Ergebnisse auf dem Gebiet der Stochastik		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Oberseminar zur Stochastik: Erlernen und Erproben verschiedener Präsentationstechniken. Verstehen und Vermitteln weiterführenden stochastischen Problems. Führen von mathematischen Diskussionen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Seminar (Präsenzstudium) 2 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Oberseminar zur Stochastik</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Seminar (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 2,00
<b>Inhalte:</b> Vortragen von wissenschaftlichen Ergebnissen, die insbesondere im Zusammenhang von Graduierungsarbeiten (Bachelor- und Masterarbeiten, Dissertationen) erarbeitet wurden. Wissenschaftliche Vorträge von Lehrstuhlangehörigen sowie Gästen aus dem In- und Ausland zwecks Vermittlung neuester Ergebnisse auf dem Gebiet der Stochastik.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Oberseminar zur Stochastik</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> <b>Oberseminar zur Stochastik (Seminar)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> Bitte beachten Sie die Vortragsankündigungen auf unserer Webseite: <a href="https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/mntf/math/prof/sto/oberseminar/">https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/mntf/math/prof/sto/oberseminar/</a> <b>Oberseminar zur Stochastik (Wirtschaftsmathematik)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>

wird dem Oberseminar im Bereich Stochastik zugeordnet
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Oberseminar zur Stochastik</b> Seminar, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester</p>
<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Oberseminar zur Wirtschaftsmathematik</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Diskussion und Präsentation aktueller Forschungsthemen aus der Finanz- und Versicherungsmathematik. Voraussetzungen: Laufende Abschlußarbeit in Finanz- oder Versicherungsmathematik</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>wird individuell vereinbart</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Oberseminar zur Stochastik (Wirtschaftsmathematik)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> wird dem Oberseminar im Bereich Stochastik zugeordnet</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Oberseminar zur Wirtschaftsmathematik</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht</p>
<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Oberseminar zur Stochastik: Praxis der Finanz- und Versicherungsmathematik</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Aktuelle stochastische und statistische Fragestellungen aus der Finanz- und Versicherungsmathematik Voraussetzungen: Stochastik I / II, empfohlen: weiterführende Vorlesungen zur Stochastik und Statistik.</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>individuelle Literatur zum Thema</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Oberseminar zur Stochastik (Wirtschaftsmathematik)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> wird dem Oberseminar im Bereich Stochastik zugeordnet</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Oberseminar zur Stochastik: Praxis der Finanz- und Versicherungsmathematik</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht</p>

<b>Modul MTH-2090: Seminar zur Numerik</b> <i>Seminar: Numerical Mathematics</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Entwicklung, Analyse und Implementation moderner numerischer Methoden. Die Studierenden haben Kenntnisse verschiedener mathematischer Modelle der Kontinuumsmechanik sowie zugehöriger numerischer Lösungsstrategien. Sie haben die Fertigkeit, sich Problemstellungen aus dem Gebiet der mathematischen Modellierung und der Numerik der zugehörigen Differentialgleichungen selbstständig mittels Literaturstudium zu erarbeiten und in Form einer Präsentation darzustellen. Sie besitzen die Kompetenz, die Bedeutung entsprechender Problemstellungen und Lösungsansätze anderen zu vermitteln.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Seminar zur Numerik: Die TOP 10 Algorithmen</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Inhalte:</b> Von den Editoren der Zeitschrift "Computing in Science and Engineering" wurden 2000 zehn Algorithmen ausgewählt, die ihrer Ansicht nach die größte Bedeutung für Wissenschaft und Technik im 20. Jahrhundert hatten. In diesem Seminar sollen diese Algorithmen und ihre Anwendungen näher betrachtet werden. Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse in Numerik I.
<b>Literatur:</b> Special Issue of the Computing in Science and Engineering, J. Dongarra, F. Sullivan, eds., 2000
<b>Prüfung</b> <b>Seminar zur Numerik: Die TOP 10 Algorithmen</b> Modulprüfung, Der konkrete Typ der Modulprüfung (Vortrag oder kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung oder mündliche Prüfung oder Portfolio) wird jeweils spätestens eine Woche vor Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben., benotet

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Seminar zur Numerik: Seminar zur Numerischen Mathematik</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Seminar</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Seminar über ein Thema der Numerischen Mathematik (ohne Anspruch auf Vollständigkeit)</p> <p>Fortgeschrittene Lösungsverfahren für große lineare Gleichungssysteme bzw. Eigenwertprobleme</p> <p>Regelung dynamischer Systeme</p> <p>Modellierung und Differentialgleichungen (Themen aus der mathematischen Modellierung mit Differentialgleichungen und der zugehörigen Theorie von Differentialgleichungen)</p> <p>Modellierung und Numerische Analysis (Themen aus der Mathematischen Modellierung mit Differentialgleichungen und der Numerik der zugehörigen Differentialgleichungen)</p> <p>Voraussetzungen: keine besonderen Voraussetzungen</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Billingham, J., King, A.C.: Wave motion. Cambridge.</p> <p>Braun, M.: Differential equations and their applications. Springer.</p> <p>Eck, C., Garcke, G., Knabner, P.: Mathematische Modellierung. Springer.</p> <p>Dautray, R., Lions, J.-L.: Mathematical Analysis and Numerical Methods for Science and Technology. Springer.</p> <p>Hinrichsen, D., Pritchard, A.J.: Mathematical Systems Theory I. Springer.</p> <p>Hornung, U.: Homogenization and Porous Media. Springer.</p> <p>Meister, A.: Numerik linearer Gleichungssysteme. Vieweg.</p> <p>Saad, Y.: Iterative methods for sparse linear systems. SIAM.</p> <p>Saad, Y.: Numerical methods for large eigenvalue problems. SIAM.</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Seminar zur Numerik (Master) (Seminar)</b> <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i></p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Seminar zur Numerik: Seminar zur Numerischen Mathematik</b></p> <p>Modulprüfung, kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung. Bearbeitungszeit: 3 Monate, Dauer der mündlichen Darstellung: 75 Minuten., benotet</p>
<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Seminar zur Numerik: Seminar zur Numerischen Linearen Algebra</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Seminar</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>The seminar covers recent scientific texts in the field of numerical linear algebra. The topics can vary based on the background of the participants. Recommended prerequisites: The lecture Numerik I (or comparable knowledge)</p>

**Prüfung**

**Seminar zur Numerik: Seminar zur Numerischen Linearen Algebra**

Modulprüfung, Der konkrete Typ der Modulprüfung (Vortrag oder kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung oder mündliche Prüfung oder Portfolio) wird jeweils spätestens eine Woche vor Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben., benotet

<b>Modul MTH-1770: Mathematisches Softwareprojekt</b> <i>Mathematical Software Project</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden erhalten die Kompetenz, ein mathematisches Problem in einer Weise zu erarbeiten und aufzubereiten, dass es einen rechnergestützten Zugang ermöglicht. Sie erlernen, die Lösung selbständig in Form eines Software-Projekts auf dem Computer zu realisieren, und erarbeiten sich dadurch einen zielgerichteten Umgang mit einer Programmiersprache oder einem mathematischen Software-System.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Mathematisches Softwareprojekt</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester</p> <p><b>SWS:</b> 0,00</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Ziel des Moduls ist die selbständige Erarbeitung eines mathematischen Problems und dessen rechnergestützte Lösung. Diese kann sowohl mithilfe in einer der üblichen Programmiersprachen (wie C/C++, Java, Python) eigenständig erstellten Software oder durch selbständig entwickelte Module zu bestehenden Software-Systemen und -Umgebungen (wie Mathematica, Maple, R, Sage) realisiert werden. Das Thema des Projekts wird von der jeweiligen Betreuerin/dem jeweiligen Betreuer vorgeschlagen. Es umfasst ein mathematisches Problem aus einem beliebigen, am Institut vertretenen Teilgebiet der Mathematik.</p> <p>Voraussetzungen:</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Mathematisches Softwareprojekt</b></p> <p>praktische Prüfung / Prüfungsdauer: 1 Monate, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester</p>

<b>Modul MTH-1320: Vorbereitungsmodul</b> <i>Preparation Module</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Das Vorbereitungsmodul dient der gezielten Einarbeitung in die Grundlagen eines der Themengebiete bzw. des Themenumfeldes der mathematischen Wahlpflichtmodule der Modulgruppe A.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 6 Std. Praktikum (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Vorbereitungsmodul</b> <b>Lehrformen:</b> Praktikum <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 0,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Inhalte:</b> <p>Inhalt des Vorbereitungsmoduls sind die mathematischen Grundlagen eines der Themengebiete bzw. des Themenumfeldes eines der mathematischen Wahlpflichtmodule der Modulgruppe A. Der Inhalt wird im betreuten Selbststudium erworben. Die genaue Absprache des Inhaltes erfolgt mit dem Betreuer.</p> <p>Theorie kommutativer Ringe etwa im Umfang des Atiyah-MacDonald.  Singuläre Homologie und Kohomologie topologischer Räume  Analysis und Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen  Voraussetzungen: Kenntnisse aus dem Bachelorstudium.</p>
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Einführung in die Topologie</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> <b>Grundlagen der nichtlinearen und kombinatorischen Optimierung (Optimierung II)</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> <p>Hierbei handelt es sich um die Fortsetzung der Vorlesung Einführung in die Optimierung (Optimierung I) aus dem Sommersemester. Die Vorlesung Grundlagen der nichtlinearen und kombinatorischen Optimierung (Optimierung II) besteht aus zwei Teilen. • Einen Schwerpunkt bilden die Grundlagen der sog. Nichtlinearen Optimierung. Dabei geht es hauptsächlich um die Behandlung von Optimalitätskriterien für nichtnotwendigerweise lineare Optimierungsprobleme. Diese Betrachtung wird durch einen kurzen Überblick über algorithmische Methoden zur Lösung von nicht-restringierten und restringierten Optimierungsproblemen abgerundet. • Der zweite Schwerpunkt umfasst eine Einführung in die Algorithmische Graphentheorie, mit dem Ziel der Behandlung grundlegender Problemstellung wie das Auffinden kürzester Wege, minimal aufspannender Bäume, sowie wertmaximaler und kostenminimaler Güterflüsse.... (weiter siehe Digicampus)</p>

---

**Prüfung**

**Vorbereitungsmodul**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-1480: Algebraische Geometrie</b> <i>Algebraic Geometry</i>		18 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Im Rahmen der Vorlesung haben die Studenten gelernt, ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen anhand konkreter Probleme aus der algebraischen Geometrie anzuwenden. Daneben ist neben einem mathematischen auch ein gutes intuitives Verständnis für geometrische Konstruktionen wie den projektiven Raum, Faserbündel, Produkte und Aufblasungen erreicht worden.		
<b>Bemerkung:</b> Wer MTH-1481 bzw. MTH-1482 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 540 Std. 8 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 4 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 2 Semester
<b>SWS:</b> 12,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Moduleile</b>		
<b>Modulteil: Algebraische Geometrie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 12,00 <b>ECTS/LP:</b> 18.0		

**Inhalte:**

Eine algebraische Varietät im affinen Raume  $A^n$  läßt sich naiv als gemeinsame Lösungsmenge eines Systems polynomieller Gleichungen in  $n$  Variablen auffassen. Ein Spezialfall ist durch eine ebene algebraische Kurve  $C$  gegeben, das ist die Nullstellenmenge eines nicht trivialen Polynoms  $f(X, Y)$  in zwei Variablen. Ist das Polynom linear, erhalten wir eine Gerade, ist das Polynom quadratisch, ist die algebraische Kurve ein Kegelschnitt. Sei  $D$  eine weitere algebraische Kurve, die durch ein Polynomgleichung  $g(X, Y) = 0$  gegeben ist. Wir können uns fragen, in wie vielen Punkten sich  $C$  und  $D$  in der Ebene schneiden, wie groß also die gemeinsame Lösungsmenge ist. Schließen wir den Fall aus, daß  $f(X, Y)$  und  $g(X, Y)$  gemeinsame Faktoren haben, läßt sich überlegen, daß die Anzahl der Schnittpunkte höchstens das Produkt der Grade von  $f$  und  $g$  ist. Zwei Geraden schneiden sich beispielsweise höchstens in einem Punkte. eine Gerade und ein Kegelschnitt in höchstens zwei Punkten. Im allgemeinen gilt nicht Gleichheit, so schneiden sich zwei parallele Geraden zum Beispiel überhaupt nicht. Dies können wir verhindern, wenn wir geeignet Punkte im Unendlichen hinzufügen, in denen sich parallele Geraden schneiden. Wir sagen dann, daß wir die affine Ebene durch die projektive Ebene ersetzen und daß die projektive Ebene eine Kompaktifizierung der affinen Ebene ist. Aber auch wenn die Schnittpunkte von  $C$  und  $D$  in der projektiven Ebene zählen, muß immer noch keine Gleichheit zum Produkte der Grade von  $f$  und  $g$  gelten: In der reellen Ebene etwa lassen sich leicht Kegelschnitte (z.B. disjunkte Kreise) angeben, die sich überhaupt nicht schneiden. Wenn wir aber als Koeffizienten die komplexen Zahlen nehmen oder allgemein Elemente eines algebraisch abgeschlossenen Körpers, haben wir immer Schnittpunkte. Und dennoch kann es sein, daß die Anzahl der Schnittpunkte kleiner als dem Produkt der Grade ist, so schneidet eine Tangente eines Kegelschnittes diesen in nur einem Punkt. Zählen wir jedoch Schnittpunkte mit gewissen Vielfachheiten (Tangentialpunkte etwa mit mindestens Vielfachheit 2, so folgt schließlich der Bézoutsche Satz, der sagt, daß sich zwei Kurven in der projektiven Ebene, die durch Polynome von Graden  $a$  und  $b$  über den komplexen Zahlen gegeben sind, in genau  $a \cdot b$  Punkten schneiden, wenn wir die Schnittpunkte mit Vielfachheiten zählen. Die genaue Ableitung dieser Tatsachen ist einer der Anfänge der algebraischen Geometrie. Es stellt sich die Frage nach höherdimensionalen Verallgemeinerungen dieser Tatsache, etwa wenn wir anstelle von Kurven in der Ebene Varietäten betrachten, die in einer gemeinsamen algebraischen Varietät enthalten sind. Das Schnittverhalten wird komplizierter sein, weil anstelle von Schnittpunkten auch kompliziertere Objekte die Schnittmenge bilden können. All dies ist Gegenstand der sogenannten Schnitttheorie, mit der wir uns im Modul beschäftigen wollen. Konkrete Aussagen, die mit Hilfe der Schnitttheorie gewonnen werden können, sehen etwa wie die folgende aus: Die Anzahl der Kegelschnitte, die tangential an insgesamt 8 allgemeinen Quadriken im drei-dimensionalen projektiven Raum liegen, ist 4.407.296.

Algebraische Varietäten

Rationale Äquivalenz

Divisoren

Vektorbündel und Chernsche Klassen

Kegel und Segresche Klassen

Schnittprodukte

Schnittmultiplizitäten

Schnitte nicht-singulärer Varietäten

Dynamisches Schnittverhalten

Graßmannsche Varietäten

Riemann-Rochscher Satz für nicht-singuläre Varietäten

Bivariate Schnitttheorie

Riemann-Rochscher Satz für singuläre Varietäten

Studenten, die im Rahmen ihres Masterstudiums die Algebra zu ihrem Spezialgebiet machen wollen, finden in dieser Vorlesung eine unentbehrliche Grundlage für die über die im Bachelorstudium gelehrt hinausgehende Algebra.

Die Vorlesung ist zudem für Studenten interessant, die sich in Topologie,

**Literatur:**

W. Fulton: Intersection Theory. Springer-Verlag.

I. Shafarevich: Basic Algebraic Geometry (I + II). Springer-Verlag.

---

**Prüfung**

**Algebraische Geometrie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-1481: Algebraische Geometrie I</b> <i>Algebraic Geometry I</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Im Rahmen der Vorlesung haben die Studenten gelernt, ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen anhand konkreter Probleme aus der algebraischen Geometrie anzuwenden. Daneben ist neben einem mathematischen auch ein gutes intuitives Verständnis für geometrische Konstruktionen wie den projektiven Raum, Faserbündel, Produkte und Aufblasungen erreicht worden.		
<b>Bemerkung:</b> Wer MTH-1480 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteil:</b> <b>Algebraische Geometrie I</b>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung
<b>Sprache:</b> Deutsch
<b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Algebraische Varietäten</li> <li>Rationale Äquivalenz</li> <li>Divisoren</li> <li>Vektorbündel und Chernsche Klassen</li> <li>Kegel und Segresche Klassen</li> <li>Schnittprodukte</li> <li>Schnittmultiplizitäten</li> <li>Schnitte nicht-singulärer Varietäten</li> <li>Dynamisches Schnittverhalten</li> <li>Graßmannsche Varietäten</li> <li>Riemann-Rochscher Satz für nicht-singuläre Varietäten</li> <li>Bivariate Schnitttheorie</li> <li>Riemann-Rochscher Satz für singuläre Varietäten</li> </ul>
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>W. Fulton: Intersection Theory. Springer-Verlag.</li> <li>I. Shafarevich: Basic Algebraic Geometry (I + II). Springer-Verlag.</li> </ul>
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Algebraische Geometrie I</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>

**Prüfung**

**Algebraische Geometrie**

Portfolioprüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

Eine Prüfungsanmeldung und eine Prüfung zu diesem Modul kann in jedem Semester erfolgen. In den Semestern, in denen die zugehörige Veranstaltung nicht stattfindet, werden die Kompetenzen abweichend in einer mündlichen Prüfung geprüft.

<b>Modul MTH-1482: Algebraische Geometrie II</b> <i>Algebraic Geometry II</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Im Rahmen der Vorlesung haben die Studenten gelernt, ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen anhand konkreter Probleme aus der algebraischen Geometrie anzuwenden. Daneben ist neben einem mathematischen auch ein gutes intuitives Verständnis für geometrische Konstruktionen wie den projektiven Raum, Faserbündel, Produkte und Aufblasungen erreicht worden.		
<b>Bemerkung:</b> Wer MTH-1480 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteil:</b> <b>Algebraische Geometrie II</b>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung
<b>Sprache:</b> Deutsch
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester
<b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Algebraische Varietäten</li> <li>Rationale Äquivalenz</li> <li>Divisoren</li> <li>Vektorbündel und Chernsche Klassen</li> <li>Kegel und Segresche Klassen</li> <li>Schnittprodukte</li> <li>Schnittmultiplizitäten</li> <li>Schnitte nicht-singulärer Varietäten</li> <li>Dynamisches Schnittverhalten</li> <li>Graßmannsche Varietäten</li> <li>Riemann-Rochscher Satz für nicht-singuläre Varietäten</li> <li>Bivariate Schnitttheorie</li> <li>Riemann-Rochscher Satz für singuläre Varietäten</li> </ul>
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>W. Fulton: Intersection Theory. Springer-Verlag.</li> <li>I. Shafarevich: Basic Algebraic Geometry (I + II). Springer-Verlag.</li> </ul>

**Prüfung**

**Algebraische Geometrie II**

Mündliche Prüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

Die genauen Prüfungsmodalitäten werden am Anfang der Vorlesung bekannt gegeben.

<b>Modul MTH-1490: Homologische Algebra</b> <i>Homological Algebra</i>		18 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Den Studenten ist ein Werkzeugkasten abstrakter algebraischer Methoden an die Hand gegeben worden, mit denen sie Probleme in so unterschiedlichen mathematischen Teilbereichen wie der Algebra, Geometrie, Topologie oder Analysis lösen können. Die Studenten haben dazu im Modul gelernt, die abstrakten Methoden auf spezielle Probleme anzuwenden und können zudem konkrete Probleme spezieller mathematischer Gebiete von einem höheren allgemeineren Standpunkt noch einmal analysieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 540 Std. 4 Std. Übung (Präsenzstudium) 8 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 2 Semester
<b>SWS:</b> 12,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Homologische Algebra</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Übung (Präsenzstudium) 8 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 12,00</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 18.0</p> <p><b>Inhalte:</b> Die homologische Algebra ist ein junges Teilgebiet der Mathematik, welches seinen Ursprung in der kombinatorischen Topologie (Henri Poincaré) und in der abstrakten Algebra (David Hilbert) hat. Heutzutage stellt die Homologische Algebra Methoden zur Verfügung, Informationen über mathematische Objekte aus so unterschiedlichen Gebieten wie der Kommutativen Algebra, der Algebraischen Geometrie, der Algebraischen Zahlentheorie, der Darstellungstheorie, der Mathematischen Physik, der Theorie der Operatoralgebren, der Komplexen Analysis und der Theorie der partiellen Differentialgleichungen zu extrahieren. Simpliziale Mengen Kategorien, Funktoren und natürliche Transformationen Abelsche Kategorien Abgeleitete Kategorien Triangulierte Kategorien Modellkategorien Garben Geringte Räume Topoi Anwendungen in Topologie, Geometrie, Algebra und Analysis Voraussetzungen: Grundlegende Kenntnisse in Algebra, Topologie, Geometrie und Analysis sind hilfreich.</p>

**Literatur:**

S. I. Gelfand, Yu. I. Manin: Methods of Homological Algebra. Springer-Verlag.  
Ch. Weibel: An introduction to homological algebra. Cambridge University Press.  
S. Mac Lane, I. Moerdijk: Sheaves in Geometry and Logic. Springer-Verlag.

**Prüfung**

**Homologische Algebra**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-1500: Schematheorie</b> <i>Scheme Theory</i>		18 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Im Rahmen der Vorlesung lernen die Studenten ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen auf eine für die moderne Algebra und Zahlentheorie grundlegende Theorie anzuwenden. Aufgrund der Allgemeinheit der Schematheorie ist das abstrakte Denken der Studenten in großem Maße geschult. Geometrische Denkweisen werden erlernt und erfolgreich auf algebraische Fragestellungen angewandt. Zentral ist außerdem, daß sich die Studenten mit dem Begriff der Dimension auseinandergesetzt haben. Anschließend ist die Konstruktion und Anwendung von Kohomologietheorien am Beispiel der Schemata bekannt.		
<b>Bemerkung:</b> Wer MTH-1501 bzw. MTH-1502 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 540 Std. 4 Std. Übung (Präsenzstudium) 8 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 2 Semester
<b>SWS:</b> 12,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Schematheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 12,00 <b>ECTS/LP:</b> 18.0		

**Inhalte:**

Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.

Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen

Spektrum eines kommutativen Ringes

Geringste topologische Räume

Schemata

Reduzierte und ganze Schemata

Dimension

Basiswechsel

Algebraische Varietäten

Globale Eigenschaften von Morphismen

Normale Schemata

Reguläre Schemata

Flache und glatte Morphismen

Modulgarben

Grothendieck-Topologien und Siten

Zariski-Topologie

Étale Topologie

Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.

Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)

**Literatur:**

U. Görtz, T. Wedhorn: Algebraic Geometry I. Vieweg+Teubner.

R. Hartshorne: Algebraic Geometry. Springer-Verlag.

Q. Liu: Algebraic Geometry and Arithmetic Curves. Oxford University Press.

M. Kashiwara, P. Schapira: Sheaves on manifolds. Grundlehren der mathemat. Wissenschaft, vol. 292, Springer-Verlag, 1990.

G. Tamme: Introduction to étale cohomology. Universitext, Springer-Verlag, 1994.

J. Milne: Etale cohomology. Princeton University Press, 1984.

**Prüfung****Schematheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-1501: Schematheorie I</b> <i>Scheme Theory I</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS22/23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.</p> <p>Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen          Spektrum eines kommutativen Ringes          Geringste topologische Räume          Schemata          Reduzierte und ganze Schemata          Dimension          Basiswechsel          Algebraische Varietäten          Globale Eigenschaften von Morphismen          Normale Schemata          Reguläre Schemata          Flache und glatte Morphismen          Modulgarben          Grothendieck-Topologien und Siten          Zariski-Topologie          Étale Topologie</p> <p>Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.</p> <p>Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)</p>		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Im Rahmen der Vorlesung lernen die Studenten ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen auf eine für die moderne Algebra und Zahlentheorie grundlegende Theorie anzuwenden. Aufgrund der Allgemeinheit der Schematheorie ist das abstrakte Denken der Studenten in großem Maße geschult. Geometrische Denkweisen werden erlernt und erfolgreich auf algebraische Fragestellungen angewandt. Zentral ist außerdem, daß sich die Studenten mit dem Begriff der Dimension auseinandergesetzt haben. Anschließend ist die Konstruktion und Anwendung von Kohomologietheorien am Beispiel der Schemata bekannt.</p>		
<p><b>Bemerkung:</b></p> <p>Wer MTH-1500 bzw. MTH-1502 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b> keine</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b></p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b></p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 6,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig</p>	

**Moduleile****Moduleil: Schematheorie I****Sprache:** Deutsch**SWS:** 6,00**Inhalte:**

Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.

Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen

Spektrum eines kommutativen Ringes

Geringste topologische Räume

Schemata

Reduzierte und ganze Schemata

Dimension

Basiswechsel

Algebraische Varietäten

Globale Eigenschaften von Morphismen

Normale Schemata

Reguläre Schemata

Flache und glatte Morphismen

Modulgarben

Grothendieck-Topologien und Siten

Zariski-Topologie

Étale Topologie

Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.

Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)

**Prüfung****MTH-1501 Schematheorie I**

Mündliche Prüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-1502: Schematheorie II</b> <i>Scheme Theory II</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS22/23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.</p> <p>Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen          Spektrum eines kommutativen Ringes          Geringste topologische Räume          Schemata          Reduzierte und ganze Schemata          Dimension          Basiswechsel          Algebraische Varietäten          Globale Eigenschaften von Morphismen          Normale Schemata          Reguläre Schemata          Flache und glatte Morphismen          Modulgarben          Grothendieck-Topologien und Siten          Zariski-Topologie          Étale Topologie</p> <p>Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.</p> <p>Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)</p>		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Im Rahmen der Vorlesung lernen die Studenten ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen auf eine für die moderne Algebra und Zahlentheorie grundlegende Theorie anzuwenden. Aufgrund der Allgemeinheit der Schematheorie ist das abstrakte Denken der Studenten in großem Maße geschult. Geometrische Denkweisen werden erlernt und erfolgreich auf algebraische Fragestellungen angewandt. Zentral ist außerdem, daß sich die Studenten mit dem Begriff der Dimension auseinandergesetzt haben. Anschließend ist die Konstruktion und Anwendung von Kohomologietheorien am Beispiel der Schemata bekannt.</p>		
<p><b>Bemerkung:</b></p> <p>Wer MTH-1501 bzw. MTH-1500 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b> keine</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b></p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b></p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 6,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	

**Modulteile****Modulteil: Schematheorie II****Sprache:** Deutsch**SWS:** 6,00**Inhalte:**

Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.

Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen

Spektrum eines kommutativen Ringes

Geringste topologische Räume

Schemata

Reduzierte und ganze Schemata

Dimension

Basiswechsel

Algebraische Varietäten

Globale Eigenschaften von Morphismen

Normale Schemata

Reguläre Schemata

Flache und glatte Morphismen

Modulgarben

Grothendieck-Topologien und Siten

Zariski-Topologie

Étale Topologie

Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.

Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)

**Prüfung****MTH-1502 Schematheorie II**

Mündliche Prüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-1660: Mathematische Statistik (Stochastik III)</b> <i>Mathematical Statistics</i>		9 ECTS/LP
Version 1.16.0 (seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sarah Friedrich		
<b>Inhalte:</b> Auswahl aus fortgeschrittenen Themen der Statistik, z.B. nichtparametrische Methoden (z.B. Kerndichteschätzer), lineare Modelle, Markov-Ketten, Bayessche Statistik oder Zeitreihenmodelle, ARMA-Prozesse, Parameter-Schätzung bei abhängigen Daten, Zustandsraum-Modelle		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der mathematischen Grundlagen bei den unter „Inhalte“ genannten fortgeschrittenen Themen der Statistik; Fähigkeit, Daten mit Hilfe von geeigneten Modellen zu analysieren und zu interpretieren; Kenntnisse von wichtigen statistischen Modellen und Schätzverfahren		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Einführung in die Stochastik (Stochastik I) / Stochastik II Lineare Algebra I und Analysis I und II		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Statistische Modelle und Verfahren (Stochastik III)</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00
<b>Lernziele:</b> Verständnis der mathematischen Grundlagen bei den unter „Inhalte“ genannten fortgeschrittenen Themen der Statistik; Fähigkeit, Daten mit Hilfe von geeigneten Modellen zu analysieren und zu interpretieren; Kenntnisse von wichtigen statistischen Modellen und Schätzverfahren
<b>Inhalte:</b> Auswahl aus fortgeschrittenen Themen der Statistik, z.B. nichtparametrische Methoden (z.B. Kerndichteschätzer), lineare Modelle, Markov-Ketten, Bayessche Statistik oder Zeitreihenmodelle, ARMA-Prozesse, Parameter-Schätzung bei abhängigen Daten, Zustandsraum-Modelle
<b>Literatur:</b> Themenabhängig - wird in der Vorlesung bekanntgegeben

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Mathematische Statistik (Stochastik III) (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Auswahl aus fortgeschrittenen Themen der Statistik, z.B. nichtparametrische Methoden (z.B. Kerndichteschätzer), lineare Modelle, Markov-Ketten, Bayessche Statistik oder Zeitreihenmodelle, ARMA-Prozesse, Parameterschätzung bei abhängigen Daten, Zustandsraum-Modelle

**Mathematische Statistik (Stochastik III) (Vorlesung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Auswahl aus fortgeschrittenen Themen der Statistik, z.B. nichtparametrische Methoden (z.B. Kerndichteschätzer), lineare Modelle, Markov-Ketten, Bayessche Statistik oder Zeitreihenmodelle, ARMA-Prozesse, Parameterschätzung bei abhängigen Daten, Zustandsraum-Modelle

**Prüfung**

**Statistische Modelle und Verfahren (Stochastik III)**

Modulprüfung, Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-1680: Optimierung IV (Globale Optimierung)</b> <i>Optimisation IV (Global Optimisation)</i>		9 ECTS/LP
Version 1.4.0 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Mirjam Dür		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der Teilnahme an diesem Modul verfügen die Studierenden über detailliertes und aktuelles Wissen auf dem Gebiet der Globalen Optimierung. Sie können Problemstellungen und Ergebnisse des Gebiets präzise beschreiben und diskutieren. Darüber hinaus verstehen die Studierenden grundlegende Konzepte, Methoden, Verfahren und Techniken aus dem genannten Gebiet und können diese in Entwicklungsprojekten anwenden und dort aktiv mitarbeiten. Außerdem verfügen sie über die Team- und Kommunikationsfähigkeit, um Problemstellungen auf dem Gebiet zu erörtern, Fragen und Zwischenergebnisse zu diskutieren und zu präsentieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul Einführung in die Optimierung (Optimierung I) (MTH-1140) - empfohlen</li> <li>• Modul Nichtlineare und kombinatorische Optimierung (Optimierung II) (MTH-1200) - empfohlen</li> <li>• Modul Kombinatorische Optimierung (Optimierung III) (MTH-1620) - empfohlen</li> </ul>		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im WS)	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Globale Optimierung (Optimierung IV)</b> <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Mirjam Dür <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im WS)		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konvexe Relaxierungen und konvexe Hüllfunktionale</li> <li>• D.C. Funktionen</li> <li>• Quadratische Optimierungsprobleme</li> <li>• Branch-and-Bound für boxrestringierte Probleme</li> <li>• Branch-and-Bound für konvex restringierte Probleme</li> <li>• Branch-and-Bound für nichtkonvexe Probleme</li> <li>• Heuristiken</li> </ul>		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O.Stein: Grundzüge der Globalen Optimierung. Springer Verlag 2018</li> <li>• M.Locatelli, F.Schoen: Global Optimization. SIAM 2013</li> <li>• R.Horst, P.Pardalos, N.V.Thoai: Introduction to Global Optimization. Kluwer Academic Publishers 1995</li> </ul>		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Globale Optimierung (Optimierung IV)</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>		

**Prüfung**

**Globale Optimierung (Optimierung IV)**

Modulprüfung, Der konkrete Typ der Modulprüfung (Klausur oder mündliche Prüfung oder Portfolio) wird jeweils spätestens eine Woche vor Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben., benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-1690: Parabolische partielle Differentialgleichungen</b> <i>Parabolic Partial Differential Equations</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu ausgewählten Beispielklassen in der Theorie der parabolischen partiellen Differentialgleichungen. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung Forschungsliteratur in diesen Gebieten zu lesen und sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Parabolische partielle Differentialgleichungen</b> <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Voraussetzungen: Solide Kenntnisse der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung, Funktionalanalysis. Hilfreich sind Kenntnisse in gewöhnlichen Differentialgleichungen oder der schwachen Lösungstheorie linearer elliptischer Gleichungen.

<b>Prüfung</b> <b>Parabolische partielle Differentialgleichungen</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
---

<b>Modul MTH-1785: Stochastische Modellierung komplexer Systeme</b> <i>Stochastic Modelling of Complex Systems</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Großkinsky		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis von mathematischen Konzepten in der stochastischen Modellierung, insbesondere für komplexe Systeme aus vielen wechselwirkenden Bestandteilen.  Studierende erlernen wie ein Anwendungsbeispiel mathematisch beschrieben werden kann, sowie wichtige Techniken für die deren theoretische und numerische Analyse.  Besonders wichtig ist das Verständnis von Skalenlimiten in großen Systemen, das asymptotische Verhalten und mögliche Phasenübergänge in komplexen Systemen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Wahrscheinlichkeits- und Maßtheorie		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Stochastische Modellierung komplexer Systeme</b> <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kurze Wiederholung/Einführung von Markov Prozessen in stetiger Zeit als Zufallsvariablen auf dem Pfadraum.</li> <li>2. Beschreibung von Feller Markov Prozessen durch Halbgruppen und Generatoren auf dem Raum der stetigen Testfunktionen. Beispiele: Markov-Ketten, Diffusionsprozesse, Sprungprozesse, Lévy Prozesse.</li> <li>3. Charakterisierung von Markov Prozessen durch Martingalprobleme, Formeln von Dynkin, Itô, Feynman-Kac und Girsanov.</li> <li>4. Stochastische Interagierende Teilchensysteme (IPS) als Modelle komplexer Systeme und als Feller Prozesse: Spin-systeme, Votermodell, Kontaktprozess, Exklusions- und Inklusionsprozess, Zero-range Prozess.</li> <li>5. Charakterisierung von stationären Verteilungen, Reversibilität, Erhaltungssätze und Symmetrien. Theorie der Phasenübergänge. Als wichtige Tools führen wir Dualität und Kopplung ein.</li> <li>6. Hydrodynamische Grenzwertsätze, die das Verhalten von IPS auf großen Skalen durch PDEs oder ODEs beschreiben im Sinne eines funktionalen GGZ.</li> <li>7. Funktionaler ZGS zur Beschreibung der Fluktuationen, z.B. Donskers Invarianzprinzip für Brownsche Bewegung und Ornstein-Uhlenbeck Prozesse.</li> <li>8. Große Abweichungen für Markov Prozesse.</li> </ol>

<b>Prüfung</b> *** Prf neu *** Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
---

<b>Modul MTH-1801: Betrachtungen zur Axiomatische Mengenlehre</b> <i>Approaches Axiomatic Set Theory</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS23/24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Axiomatische Mengenlehre</li> <li>• Logische Grundlagen</li> <li>• ZFC-Axiome</li> <li>• Ordinalzahlen</li> <li>• Kardinalzahlen</li> <li>• Große Kardinalzahlen</li> <li>• Ausblick</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Grundlegende Vertrautheit mit den Axiomen:</b> Die Studierenden sollen ein Verständnis für die grundlegenden Axiome der Mengenlehre entwickeln, insbesondere das Zermelo-Fraenkel-Axiomensystem und das Auswahlaxiom.</li> <li>2. <b>Fähigkeit zur Formulierung von mathematischen Aussagen:</b> Die Studierenden sollen in der Lage sein, mathematische Aussagen in der Sprache der Mengenlehre zu formulieren und dabei die vorgegebenen Axiome korrekt anzuwenden.</li> <li>3. <b>Verständnis von Mengenoperationen:</b> Die Studierenden sollen die grundlegenden Mengenoperationen wie Vereinigung, Schnitt, Differenz und kartesisches Produkt verstehen und in konkreten Beispielen anwenden können.</li> <li>4. <b>Einsicht in die Konstruktion von Zahlen:</b> Die Studierenden sollen verstehen, wie natürliche Zahlen, ganze Zahlen, rationale Zahlen und reelle Zahlen in der Mengenlehre konstruiert werden können.</li> <li>5. <b>Beweistechniken in der Mengenlehre:</b> Die Studierenden sollen grundlegende Beweistechniken wie direkten Beweis, Beweis durch Kontraposition, Beweis durch Widerspruch und Mengeninklusion beherrschen und auf verschiedene mathematische Aussagen anwenden können.</li> <li>6. <b>Verständnis von Abbildungen und Relationen:</b> Die Studierenden sollen das Konzept von Abbildungen zwischen Mengen sowie von Relationen verstehen und in der Lage sein, diese zu analysieren und zu beschreiben.</li> <li>7. <b>Kardinalität und Ordnungen:</b> Die Studierenden sollen ein Verständnis für verschiedene Arten von Kardinalität (endlich, abzählbar unendlich, überabzählbar) und Ordnungsrelationen entwickeln.</li> <li>8. <b>Anwendung der Mengenlehre in anderen mathematischen Bereichen:</b> Die Studierenden sollen in der Lage sein, die Konzepte und Techniken der axiomatischen Mengenlehre in anderen mathematischen Disziplinen wie Analysis, Topologie oder Algebra anzuwenden.</li> <li>9. <b>Fähigkeit zur kritischen Reflexion:</b> Die Studierenden sollen in der Lage sein, die Annahmen und Axiome der Mengenlehre zu reflektieren und deren Auswirkungen auf die Mathematik zu verstehen.</li> <li>10. <b>Selbstständiges Lernen und Forschen:</b> Die Studierenden sollen in der Lage sein, eigenständig weiterführende Literatur zu recherchieren und komplexe mathematische Konzepte im Kontext der axiomatischen Mengenlehre zu verstehen und zu analysieren</li> </ol>		
<b>Voraussetzungen:</b> Keine besonderen Voraussetzungen nötig.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

---

**Moduleile**

**Moduleil:** Betrachtungen zur Axiomatische Mengenlehre

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig

**SWS:** 6,00

**Prüfung**

**Betrachtungen zur Axiomatische Mengenlehre**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 20 Minuten

Bearbeitungsfrist: 4 Monate, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-1940: String Topology</b> <i>String Topology</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Learning about methods for computing homology and homotopy groups, algebraic structures arising in the topology of loop spaces, and their applications in geometry.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: String Topology</b>  <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  <b>Arbeitsaufwand:</b>              4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)              2 Std. Übung (Präsenzstudium)  <b>SWS:</b> 6,00</p>
<p><b>Inhalte:</b>          This course is an introduction to the algebraic topology of loop spaces, an area of growing importance in mathematics and physics. It covers the following topics: homology of based and free loop spaces, Pontrjagin product and Hopf algebras, Chas-Sullivan operations and Batalin-Vilkovisky algebras, Hochschild and cyclic homology of the de Rham complex, minimal models and applications to closed geodesics.          Voraussetzungen: Basic algebraic and differential topology (singular homology, manifolds, differential forms)</p>
<p><b>Literatur:</b>          Cohen, R., Hess, K., Voronov, A.: String topology and cyclic homology. Birkhäuser.          Griffiths, P., Morgan, J.: Rational homotopy theory and differential forms. Birkhäuser.</p>

<p><b>Prüfung</b>  <b>String Topology</b>          Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet  <b>Prüfungshäufigkeit:</b>          in diesem Semester nicht</p>
---

<b>Modul MTH-1950: Codierungstheorie</b> <i>Coding Theory</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger		
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Die Codierungstheorie ist eine relativ junge mathematische Disziplin, die sich mit dem Entwurf von optimalen fehlererkennenden und fehlerkorrigierenden Codes beschäftigt. Solche Codes werden überall dort verwendet, wo Informationen (bildlich gesprochen) über einen gestörten Nachrichtenkanal übertragen werden: Durch eine geeignete Codierung der Information vor der Sendung, ist es möglich auch bei Verfälschung die ursprüngliche Nachricht zu rekonstruieren.</p> <p>Zu den wichtigsten Anwendungen gehören die Übertragung von Satellitenbildern sowie die Verbesserung der Qualität beim Abspielen von Compact Discs. Der mathematische Reiz der Codierungstheorie liegt im Zusammenspiel von Algebra, Kombinatorik und Zahlentheorie, zumal die sog. linearen Codes über endlichen Körpern sehr erfolgreich in der Praxis eingesetzt werden.</p> <p>Nach einer Einführung und der Formulierung der Hauptproblemstellung verfolgen wir in dieser Vorlesung das Ziel, einige der wichtigsten Klassen von (optimalen) Codes zu beschreiben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dazu zählen zunächst die <i>Hamming-Codes</i> und die <i>Reed-Solomon Codes</i>, die zur allgemeineren Familie der <i>zyklische Codes</i>, insbesondere den BCH-Codes gehören.</li> <li>• Die <i>Reed-Muller-Codes</i> dienen als Ausgangspunkt für die Konstruktion der (optimalen) <i>Kerdock- und Preparata-Codes</i>.</li> <li>• Die grundlegenden <i>Goppa-Codes</i> sind im Rahmen der <i>Funktionenkörper-Codes</i> mittlerweile vielfach verallgemeinert worden.</li> </ul>		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Algebra, Kombinatorik und Zahlentheorie sind klassische Kerngebiete der Mathematik. An dem konkreten Beispiel der Codierungstheorie sollen die Studierenden erkennen, dass durch das Zusammenspiel sehr interessante praktische Problemstellungen adäquat modelliert und gelöst werden können.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Lineare Algebra I und II, Grundlagen der Algebra, der Kombinatorik und der elementare Zahlentheorie.I</p>		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<p><b>Modulteile</b></p> <p><b>Modulteil: Codierungstheorie</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  <b>Arbeitsaufwand:</b>  4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  <b>SWS:</b> 4,00  <b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>		

**Lernziele:**

Algebra, Kombinatorik und Zahlentheorie sind klassische Kerngebiete der Mathematik. An dem konkreten Beispiel der Codierungstheorie sollen die Studierenden erkennen, dass durch das Zusammenspiel sehr interessante praktische Problemstellungen adäquat modelliert und gelöst werden können.

**Inhalte:**

Die Codierungstheorie ist eine relativ junge mathematische Disziplin, die sich mit dem Entwurf von optimalen fehlererkennenden und fehlerkorrigierenden Codes beschäftigt.

Solche Codes werden überall dort verwendet, wo Informationen (bildlich gesprochen) über einen gestörten Nachrichtenkanal übertragen werden: Durch eine geeignete Codierung der Information vor der Sendung, ist es möglich auch bei Verfälschung die ursprüngliche Nachricht zu rekonstruieren.

Zu den wichtigsten Anwendungen gehören die Übertragung von Satellitenbildern sowie die Verbesserung der Qualität beim Abspielen von Compact Discs. Der mathematische Reiz der Codierungstheorie liegt im Zusammenspiel von Algebra, Kombinatorik und Zahlentheorie, zumal die sog. linearen Codes über endlichen Körpern sehr erfolgreich in der Praxis eingesetzt werden.

Nach einer Einführung und der Formulierung der Hauptproblemstellung verfolgen wir in dieser Vorlesung das Ziel, einige der wichtigsten Klassen von (optimalen) Codes zu beschreiben:

- Dazu zählen zunächst die *Hamming-Codes* und die *Reed-Solomon Codes*, die zur allgemeineren Familie der *zyklische Codes*, insbesondere den *BCH-Codes* gehören.
- Die *Reed-Muller-Codes* dienen als Ausgangspunkt für die Konstruktion der (optimalen) *Kerdock-* und *Preparata-Codes*.
- Die grundlegenden *Goppa-Codes* sind im Rahmen der *Funktionenkörper-Codes* mittlerweile vielfach verallgemeinert worden.

**Literatur:**

Folgende Liste ist lediglich eine kleine Auswahl. Wir werden zusammen mit dem Vorlesungsskript eine umfassendere Literaturliste ausgeben.

- *Lidl, R., Niederreiter, H.:* Introduction to Finite Fields and their Applications (revised edition). Cambridge University Press, 1994.
- *Pretzel, O.:* Error-Correcting Codes and Finite Fields. Clarendon Press, Oxford, 1992.

**Prüfung****Codierungstheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-1960: Quantitative Methoden des Risikomanagements</b> <i>Quantitative Risk Management</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ralf Werner		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Erarbeitung der mathematischen Grundlagen im Risikomanagement, Qualifizierung zur Anwendung in Banken, Versicherungen und Asset Management , Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Für diese Veranstaltung werden Grundlagen der Stochastik und der Finanzmathematik sowie Grundwissen über Finanzprodukte vorausgesetzt.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig alle 2-4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<p><b>Moduleil: Quantitative Methoden des Risikomanagements</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ralf Werner</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig alle 2-4 Semester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6,00</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Dieses Modul führt in die quantitativen Grundlagen und Methoden der Risikomodellierung ein.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mathematische Modellierung von Risiken</li> <li>Nutzentheorie</li> <li>Risikomaße und -kennzahlen</li> <li>Risikoentlastungsstrategien</li> <li>Abhängigkeitsmodellierung</li> <li>Marktrisikomodellierung</li> <li>Kreditrisikomodellierung</li> <li>Simulation und Validierung von Risikomodellen</li> </ul>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Quantitative Methoden des Risikomanagements</b></p> <p>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht</p>

<b>Modul MTH-1970: Liegruppen und ihre Darstellungen</b> <i>Lie Groups and Their Representations</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Jost-Hinrich Eschenburg		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Ziel der Vorlesung ist es, die Kompakten Liegruppen und ihre Darstellungen (Stichwort: Weylsche Charakterformel) zu verstehen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Liegruppen und ihre Darstellungen</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6,00</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Symmetrien werden in der Mathematik durch Gruppen beschrieben. Für den Würfel zum Beispiel gibt es 24 nicht unterscheidbare (achsenparallele) Positionen, deren Übergänge durch eine Gruppe von 24 Drehungen beschrieben werden. Neben solchen diskreten Symmetrien gibt es auch kontinuierliche, wie zum Beispiel bei der Kugel: Sie lässt sich durch beliebige Drehungen um ihr Zentrum in eine andere, ununterscheidbare Lage bringen. Solche Symmetrien werden durch kontinuierliche Gruppen, sog. Lie-Gruppen beschrieben (nach dem norwegischen Mathematiker Sophus Lie benannt). Das einfachste nichttriviale Beispiel ist die Gruppe aller Drehungen um den Ursprung im euklidischen Raum, die Drehgruppe <math>SO(3)</math>. Sie ist nicht nur eine Gruppe, sondern gleichzeitig eine differenzierbare Mannigfaltigkeit (eine Untermannigfaltigkeit im Vektorraum aller reellen <math>3 \times 3</math>-Matrizen), und die Gruppenoperationen sind differenzierbare Abbildungen. Die Drehgruppe wirkt durch Transformationen auf der Kugel und kennzeichnet damit die Symmetrien der Kugel. Mit jeder abstrakten Gruppe ist also auch ihre Wirkung durch Transformationen auf bestimmten Räumen (anderen Mannigfaltigkeiten) von Bedeutung. Die einfachsten Wirkungen sind die linearen: das sind differenzierbare Gruppenhomomorphismen von einer Gruppe <math>G</math> in eine Matrizen­gruppe, d.h. in die Gruppe der invertierbaren linearen Abbildungen auf einem Vektorraum. Die Gruppe <math>SO(3)</math> wirkt linear auf dem dreidimensionalen euklidischen Raum, aber sie kann auch noch auf andere Arten als Matrizen­gruppe dargestellt werden: Eine Drehmatrix <math>A</math> konjugiert eine symmetrische spurfreie <math>3 \times 3</math>-Matrix <math>S</math> zu einer anderen solchen Matrix <math>S' = ASA^*</math>; damit bewirkt <math>A</math> eine lineare Transformation <math>S</math> nach <math>S'</math> auf dem 5-dimensionalen Vektorraum der spurfreien symmetrischen reellen <math>3 \times 3</math>-Matrize <math>n</math>. Damit haben wir eine 5-dimensionale Darstellung der Gruppe <math>SO(3)</math>. Ziel der Vorlesung ist es, die Kompakten Liegruppen und ihre Darstellungen (Stichwort: Weylsche Charakterformel) zu verstehen.</p> <p>Voraussetzungen:</p>

**Literatur:**

Adams, F. A.: Lectures on Lie Groups. Benjamin, New York, 1969.

Hsiang, W.Y.: Lectures on Lie Groups. World Scientific, 2000.

**Prüfung**

**Liegruppen und ihre Darstellungen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-1980: Numerische Verfahren zur Modellreduktion (= Modellreduktion)</b> <i>Numerical Methods for Model Reduction</i>		9 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit SoSe16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tatjana Stykel		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis verschiedener Modellreduktionsverfahren, Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Verfahren auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Lineare Algebra I, II; Analysis I, II; Numerik I, II		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Modellreduktion</b> <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Es werden die Grundlagen der Steuerungstheorie sowie verschiedene Modellreduktionsverfahren und ihre Anwendung auf praktische Probleme behandelt. Mathematische Grundlagen der Steuerungstheorie Gramian basierte Modellreduktion Krylovraum-Verfahren Modellreduktion für nichtlineare Systeme Voraussetzungen: keine besonderen Voraussetzungen
<b>Literatur:</b> Antoulas, A.C.: Approximation of Large-Scale Dynamical Systems. SIAM, Philadelphia, PA, 2005. Zhou, K., Doyle, J.C., Glover, K.: Robust and Optimal Control. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1996.

<b>Prüfung</b> <b>Modellreduktion</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-1990: Algebraische Graphentheorie</b> <i>Algorithmic Graph Theory</i>		3 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger		
<b>Inhalte:</b> Die Algebraische Graphentheorie befasst sich mit dem Auffinden und der Klassifikation von (stark) strukturierten Graphen. Sie verwendet dazu Methoden aus der Linearen Algebra (Eigenwerte, Polynome) und der Gruppentheorie (Automorphismen) und liefert Bezüge zu anderen Gebieten der Kombinatorik, nämlich der Codierungstheorie, der Designtheorie und der Matroidtheorie.  Neben den wichtigsten Grundlagen zum Spektrum, sowie dem Kreis- und dem Schnittraum eines Graphen werden einige ausgewählte Themenstellungen, wie stark reguläre Graphen und die Färbung von Graphen betrachtet.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden werden anhand des Studiums bestimmter Klassen von Graphen ein vertieftes Verständnis von algebraischer und kombinatorischer Denkweise erwerben.		
<b>Bemerkung:</b> Die Module MTH-1990 und MTH-1991 unterscheiden sich im Aufwand (SWS und LP) , sind aber inhaltlich nahezu identisch. Daher dürfen Studierende nur eines dieser beiden Module einbringen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std. 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Lineare Algebra I und II, Grundlagen der Algebra, der Kombinatorik und der elementaren Zahlentheorie  Ausschluss-Bedingung: Dieses Modul darf nicht eingebracht werden, wenn das Modul MTH-1991 bereits eingebracht wurde!		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>  <b>Modulteil: Algebraische Graphentheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 3.0
<b>Lernziele:</b> Die Studierenden werden anhand des Studiums bestimmter Klassen von Graphen ein vertieftes Verständnis von algebraischer und kombinatorischer Denkweise erwerben.

**Inhalte:**

Die Algebraische Graphentheorie befasst sich mit dem Auffinden und der Klassifikation von (stark) strukturierten Graphen. Sie verwendet dazu Methoden aus der Linearen Algebra (Eigenwerte, Polynome) und der Gruppentheorie (Automorphismen) und liefert Bezüge zu anderen Gebieten der Kombinatorik, nämlich der Codierungstheorie, der Designtheorie und der Matroidtheorie.

Neben den wichtigsten Grundlagen zum Spektrum, sowie dem Kreis- und dem Schnittraum eines Graphen werden einige ausgewählte Themenstellungen, wie stark reguläre Graphen und die Färbung von Graphen betrachtet.

**Literatur:**

- *Norman Biggs: Algebraic Graph Theory, 2. Auflage. Cambridge University Press, Cambridge, 1993.*
- *Godsil, C., Royle, G.: Algebraic Graph Theory. Springer, New York, 2001.*

**Prüfung**

**Algebraische Graphentheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-1991: Graphentheorie</b> <i>Graph Theory</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe19) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Graphen dienen praktisch als Standardmodell für jede Art von Objekten, die mit einer binären Relation versehen sind. Anhand ausgewählter Themengebiete erwerben Studierende anhand des Studiums grundlegender Problemstellungen ein tieferes Verständnis für diskrete Strukturen. Dabei wird insbesondere die algebraische, kombinatorisch und zahlentheoretische Denkweise geschult.		
<b>Bemerkung:</b> Die Module MTH-1990 und MTH-1991 unterscheiden sich im Aufwand (SWS und LP), sind aber inhaltlich nahezu identisch. Daher dürfen Studierende nur eines dieser beiden Module einbringen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Lineare Algebra I und II, Grundlagen der Algebra, der Kombinatorik und der elementaren Zahlentheorie		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung  Ausschluss-Bedingung: Dieses Modul darf nicht eingebracht werden, wenn das Modul MTH-1990 bereits eingebracht wurde!
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Graphentheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig
<b>Lernziele:</b> Die Studierenden werden anhand des Studiums einer diskreten algebraischen Struktur ein vertieftes Verständnis von algebraischer, kombinatorischer und zahlentheoretischer Denkweise erwerben.

<b>Prüfung</b> <b>Graphentheorie</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
---

<b>Modul MTH-2000: Financial Optimization</b> <i>Financial Optimisation</i>		3 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ralf Werner		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Erarbeitung der mathematischen Grundlagen, Qualifizierung zur Anwendung in der industriellen Praxis, Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std. 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Lineare und Nichtlineare Optimierung, Stochastik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Financial Optimization</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ralf Werner  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  <b>Arbeitsaufwand:</b>  2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  <b>SWS:</b> 2,00  <b>ECTS/LP:</b> 3.0</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Markowitz-Portfoliooptimierung, Indextracking &amp; Portfolioreplikation, Cash-Flow-Matching &amp; Portfolio Immunisierung, Szenariooptimierung &amp; Stochastische Optimierung, Robuste Optimierung im Asset Management, Semi-infinite Optimierung für Bewertungsprobleme, Dynamische Optimierung für Stoppprobleme</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Financial Optimization</b>  Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 120 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b>  in diesem Semester</p> <p><b>Beschreibung:</b>  Mündliche Prüfung à 30 Minuten</p>

<b>Modul MTH-2030: Parametrische Optimierung</b> <i>Parametric Optimisation</i>		5 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ralf Werner		
<b>Inhalte:</b> - Parametrische lineare Optimierung - Parametrische unrestringierte nicht-lineare Optimierung - Parametrische restringierte nicht-lineare Optimierung - Anwendungen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> - Erarbeitung der mathematischen Grundlagen der parametrischen Optimierung - Qualifizierung zur Anwendung in Theorie und Praxis - Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur		
<b>Bemerkung:</b> Die Veranstaltung wird vorzugsweise als Blockveranstaltung angeboten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 3 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> - Kenntnisse in Optimierung (etwa im Umfang von Optimierung I und II) - Kenntnisse in numerischen Optimierungsverfahren (etwa Numerische Verfahren der nicht-linearen Optimierung) - Grundkenntnisse in Funktionalanalysis		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 3,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<b>Modulteil: Parametrische Optimierung</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ralf Werner <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 3,00 <b>ECTS/LP:</b> 5.0
<b>Lernziele:</b> - Erarbeitung der mathematischen Grundlagen der parametrischen Optimierung - Qualifizierung zur Anwendung in Theorie und Praxis - Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur
<b>Inhalte:</b> - Parametrische lineare Optimierung - Parametrische unrestringierte nicht-lineare Optimierung - Parametrische restringierte nicht-lineare Optimierung - Anwendungen
<b>Literatur:</b> wird am Anfang der Vorlesung bekannt gegeben

**Prüfung**

**Parametrische Optimierung**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 15 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2110: Zins- und Kreditmodelle</b> <i>Interest Rate and Credit Models</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ralf Werner		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Erarbeitung der mathematischen Grundlagen für die Bewertung und das Hedgen von Zins- und Kreditderivaten Qualifizierung zur Anwendung in Banken, Versicherungen und Asset Management Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Für diese Veranstaltung werden Kenntnisse der zeitstetigen Finanzmathematik vorausgesetzt, wie sie z.B. im Modul "Numerische Verfahren der Finanzmathematik" vermittelt werden (Black-Scholes Modell, Ito-Integral und Ito-Formel, risikoneutrale Bewertung).		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Zins- und Kreditmodelle</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ralf Werner</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6,00</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Dieses Modul behandelt Modelle zur Bewertung von Zins- und Kreditderivaten.</p> <p>Inhaltsübersicht als Auflistung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ho-Lee Binomialmodell in diskreter Zeit</li> <li>Ein-Faktor-Short-Rate-Modelle</li> <li>Affine Zinsmodelle</li> <li>Heath-Jarrow-Morton Modell</li> <li>Merton-Modell</li> <li>Intensitäts- und Hazardrate-Modelle</li> <li>Bewertung des Kontrahentenausfallrisiko</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.</p>

**Prüfung**

**Zins- und Kreditmodelle**

Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur á 120 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

**Beschreibung:**

Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.

<b>Modul MTH-2115: Zeitstetige Finanzmathematik</b> <i>Continuous Time Finance</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ralf Werner		
<b>Inhalte:</b> Brownsche Bewegung und stochastische Integration (Ito Formel) Finanzmarktmodelle in stetiger Zeit (Semimartingalmodelle) Arbitrage Vollständigkeit Hauptsatz der Finanzmathematik Black-Scholes Modell Bewertung und Hedging in unvollständigen Märkten		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Erarbeitung der mathematischen Grundlagen für die Bewertung und das Hedgen von Derivaten Qualifizierung zur Anwendung in Banken, Versicherungen und Asset Management Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Diskrete Finanzmathematik Stochastik IV		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<b>Modulteil: Zeitstetige Finanzmathematik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ralf Werner <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Brownsche Bewegung und stochastische Integration (Ito Formel) Finanzmarktmodelle in stetiger Zeit (Semimartingalmodelle) Arbitrage Vollständigkeit Hauptsatz der Finanzmathematik Black-Scholes Modell Bewertung und Hedging in unvollständigen Märkten
<b>Literatur:</b> Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

**Prüfung**

**Zeitstetige Finanzmathematik**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2130: Seminar zur Codierungstheorie</b> <i>Seminar: Coding Theory</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger		
<b>Inhalte:</b> Es werden einige ausgewählte Themenbereiche aus der Codierungstheorie behandelt. Grundlage sind Kapitel von ausgewählten englischsprachigen Lehrbüchern sowie Artikel aus Fachzeitschriften.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die selbständige Erarbeitung mathematischer Inhalte und eine wissenschaftliche Präsentation in Wort und Schrift.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Lineare Algebra sowie Grundlagen der Algebra, der Kombinatorik und der elementaren Zahlentheorie; Grundwissen über einige Klassen von fehlerkorrigierenden Codes: Hamming-Codes, zyklische und BCH-Codes, Reed-Muller Codes.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteil</b>
<b>Modulteil: Seminar zur Codierungstheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Seminar (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Lernziele:</b> Die selbständige Erarbeitung mathematischer Inhalte und eine wissenschaftliche Präsentation in Wort und Schrift.
<b>Inhalte:</b> Es werden einige ausgewählte Themenbereiche aus der Codierungstheorie behandelt. Grundlage sind Kapitel von ausgewählten englischsprachigen Lehrbüchern sowie Artikel aus Fachzeitschriften.
<b>Literatur:</b> Die konkrete Themenauswahl und dazu gehörende Literatur wird in der Vorbesprechung zum Seminar bekanntgegeben.
<b>Prüfung</b> <b>Seminar zur Codierungstheorie</b> Seminar / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2140: Mathematik der Allgemeinen Relativitätstheorie</b> <i>Mathematics of General Theory of Relativity</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten lernen die Grundlagen der (pseudo-)riemannschen Geometrie und von Cartan-Geometrien kennen und finden in der Allgemeinen Relativitätstheorie eine Anwendung dieser Ideen auf eine grundlegende physikalische Theorie. Die Studenten können geometrische Konzepte wie Krümmung und Torsion anschaulich verstehen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Mathematik der Allgemeinen Relativitätstheorie</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 4,00</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Es werden die mathematischen Grundlagen der Differentialgeometrie entwickelt, so daß die Einsteinschen Feldgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie motiviert, aufgestellt und interpretiert werden können und Beispiele gerechnet werden können.</p> <p>Folgende Themen werden durch das Modul unter anderem abgedeckt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Koordinatensysteme</li> <li>Symmetrien und Kovarianz</li> <li>Vektorfelder, Differentialformen und Tensoren</li> <li>Parallelverschiebung</li> <li>Krümmung und Torsion</li> <li>Geodäten</li> <li>Die Einsteinschen Feldgleichungen und der Energie-Impuls-Tensor</li> <li>Einstein-Cartan-Geometrie</li> <li>Schwarzschildlösung und weitere exakte Lösungen</li> </ul> <p>Voraussetzungen: Die Studenten kennen sich in der mehrdimensionalen Analysis und der Linearen Algebra über den reellen und komplexen Zahlen aus. Die Studenten haben ein Grundverständnis von grundlegenden physikalischen Begriffen (Kraft, Beschleunigung, Raum und Zeit, etc.).</p>

**Literatur:**

R. W. Sharpe: Differential Geometry  
R. P. Feynman: Feynman Lectures on Gravitation  
Ch. Misner, K. Thorne, J. Wheeler: Gravitation  
S. M. Carroll: Spacetime and Geometry

**Prüfung**

**Mathematik der Allgemeinen Relativitätstheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-2150: Algebraische Zahlentheorie</b> <i>Algebraic Number Theory</i>		9 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Hien		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Teilnehmer lernen die fundamentalen Techniken und Ergebnisse aus der algebraischen Zahlentheorie kennen. Sie eignen sich wichtige Werkzeuge von allgemeinem Interesse, wie Gruppenkohomologie, an. Sie sehen, wie verschiedene Methoden - algebraische, komplex-analytische, nicht-archimedisch analytische, homologische - benutzt werden können und müssen, um ein möglichst weites Verständnis von den Zahlkörpern zu erhalten. Dadurch erlernen sie den Austausch von Ideen zwischen den mathematischen Teilgebieten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Moduleile</b>
<b>Moduleil: Algebraische Zahlentheorie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Die Vorlesung bespricht weitergehende Erkenntnisse aus der algebraischen Zahlentheorie. Inhaltsübersicht als Auflistung: Verzweigungstheorie Bewertungen auf Zahlkörpern Gruppenkohomologie Lokale Klassenkörpertheorie Globale Klassenkörpertheorie Analytische Methoden - L-Reihen Voraussetzungen: Algebra, Grundkenntnisse über die Ringe ganzer Zahlen in Zahlkörpern
<b>Literatur:</b> J. Neukirch: Algebraische Zahlentheorie, Springer-Verlag J. Neukirch, A. Schmidt, K. Wingberg: Cohomology of number fields, Springer-Verlag J. Neukirch (herausgegeben von A. Schmidt): Klassenkörpertheorie, Springer-Verlag

<b>Prüfung</b> <b>Algebraische Zahlentheorie</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester
---

<b>Modul MTH-2170: Zeitreihenanalyse (Stochastik IV)</b> <i>Time Series Analysis</i>		9 ECTS/LP
Version 2.1.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Fähigkeit, mit Hilfe statistischer Methoden zeitliche Abhängigkeiten in Daten aufzudecken, zu beschreiben, und für die Zustandsschätzung und Vorhersage zu nutzen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Stochastik I, Stochastik II		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Zeitreihenanalyse</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gernot Müller <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> stationäre stochastische Prozesse, Autokovarianzfunktion, WN- und ARMA-Prozesse, Analyse im Zeitbereich, Analyse im Frequenzbereich, Periodogramm, Schätzen von Modellparametern, Vorhersage, rekursive Algorithmen, Zustandsraum-Modelle
<b>Literatur:</b> Brockwell, P.J., Davis, R.A. (1991 / 2009). Time Series - Theory and Methods. Springer
<b>Prüfung</b> <b>Zeitreihenanalyse</b> Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 90 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht <b>Beschreibung:</b> Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.

<b>Modul MTH-2180: Generalisierte Lineare Modelle</b> <i>Generalised Linear Models</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der stochastischen und statistischen Konzepte von verallgemeinerten Regressionsmodellen; Fähigkeit, für vorliegende Daten geeignete Regressionsmodelle auszuwählen und mit Hilfe von statistischen Methoden an Daten anzupassen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Stochastik I, Stochastik II		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Generalisierte Lineare Modelle</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gernot Müller</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 4,00</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>binäre Regressionsmodelle, Binomial-Regression, logistische Regression, Parameterschätzung, Überdispersion, Poisson- und Gamma-Regression, loglineare Modelle, lineare Modelle mit zufälligen Effekten</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>McCullagh, P., Nelder, J.A. (1989). Generalized Linear Models, 2nd ed. Chapman &amp; Hall / CRC.</p> <p>Fahrmeir, L., Kneib, T., Lang, S. (2007). Regression: Modelle, Methoden und Anwendungen. Springer.</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Generalisierte Lineare Modelle</b></p> <p>Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 90 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht</p> <p><b>Beschreibung:</b> Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.</p>

<b>Modul MTH-2210: Stochastische Evolutionsgleichungen</b> <i>Stochastic Evolution Equations</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker		
<b>Inhalte:</b> Unendlich dimensionale Räume Fourierreihen und -transformation zylindrische Wienerprozesse analytische Halbgruppen stochastische Evolutionsgleichungen stochastische dynamische Systeme Voraussetzungen: Kenntnisse in Analysis auf unendlich.-dimen. Räumen und Grundkenntnisse in Stochastik		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene im Bereich stochastischer Evolutionsgleichungen und stochastischer dynamischer Systeme. Befähigung zum selbständigen Erarbeiten fortführender Forschungsliteratur, Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten Methoden. Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken, vertiefte Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Stochastische Evolutionsgleichungen</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00

<b>Prüfung</b> <b>Stochastische Evolutionsgleichungen</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-2251: Contact Topology</b> <i>Contact Topology</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Learning about the theory of contact structures and their interactions with other fields.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Basic differential geometry (manifolds, differential forms)		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Contact Topology</b> <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> This course is an introduction to contact structures and their interactions with other fields. It covers the following topics, with an emphasis on dimension three: foliations and contact structures, Legendrian and transverse knots, Bennequin's inequality, the tight versus overtwisted dichotomy, symplectic fillings, convex surface theory.
<b>Literatur:</b> H.Geiges, An Introduction to Contact Topology (Cambridge Univ. Press)

<b>Prüfung</b> <b>Contact Topology</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
---

<b>Modul MTH-2252: H-Principles in Contact Topology</b> <i>H-Principles in Contact Topology</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe25) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Learning about h-principles in the theory of contact structures in higher dimensions.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Basic differential geometry (manifolds, differential forms)		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

**Modulteile****Modulteil: H-Principles in Contact Topology****Sprache:** Englisch / Deutsch**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig**SWS:** 6,00**Inhalte:**

This course is an introduction to h-principles in contact topology in higher dimensions. The emphasis is on the h-principle for convex hypersurfaces recently discovered by Honda and Huang and its applications to the following topics: existence of open books, Giroux correspondence for open books, existence and uniqueness of Lefschetz fibrations on Weinstein domains.

**Literatur:**

K. Cieliebak, Y. Eliashberg and N. Mishachev, The H-Principle in Symplectic Topology

**Prüfung****H-Principles in Contact Topology**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2270: Algebraische Topologie (Vertiefung)</b> <i>Advanced Topics in Algebraic Topology</i>		9 ECTS/LP
Version 2.2.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Es werden vertiefte Kenntnisse in der algebraischen Topologie vermittelt. Die Studierenden werden befähigt, sich eigenständig mit Literatur im Gebiet der algebraischen Topologie zu befassen. Dieser Modul dient auch als Vorbereitung zu weiterführenden Seminaren und Abschlussarbeiten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Algebraische Topologie (Vertiefung)</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Dieser Modul baut auf den Modul Algebraische Topologie auf. Es werden weiterführende Themen der algebraischen Topologie behandelt wie Kohomologie, Poincaré-Dualität, Homotopietheorie, Vektorbündel, Bordismus, K-Theorie. Voraussetzungen: Algebraische Topologie
<b>Literatur:</b> Bredon, G.E.: Topology and Geometry, vol. 139, Graduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, 1993. Dold, A.: Lectures on Algebraic Topology, vol. 200. Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen, Springer-Verlag, 1972. May, J. P.: A Concise Course in Algebraic Topology, University of Chicago Press. Spanier, E.: Algebraic Topology. McGraw-Hill, 1966.

<b>Prüfung</b> <b>Algebraische Topologie (Vertiefung)</b> Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-2280: Stochastische Modelle für Finanz- und Energiemärkte</b> <i>Stochastic Models for Financial and Energy Markets</i>		3 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Kenntnisse über die Funktionsweise und die theoretischen Eigenschaften von Modellen, die zur Beschreibung von Preisen an Finanz- und Energiemärkten geeignet sind; Fähigkeit, die Modelle auf Daten anzuwenden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std. 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Stochastik I / II, empfohlen: Zeitreihenanalyse		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Stochastische Modelle für Finanz- und Energiemärkte</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gernot Müller <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 3.0
<b>Inhalte:</b> Levy-Prozesse, alpha-stabile Zufallsvariablen, alpha-stabile Prozesse, ARMA-Modelle, SV-Modelle, CARMA-Modelle, zeitstetige SV-Modelle, COGARCH-Modelle, Schätzverfahren; Anwendungen auf Finanz- und Energiemarkt-Daten.
<b>Literatur:</b> neuere wissenschaftliche Veröffentlichungen
<b>Prüfung</b> <b>Stochastische Modelle für Finanz- und Energiemärkte</b> Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 90 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht <b>Beschreibung:</b> Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.

<b>Modul MTH-2320: Markov-Ketten und Monte-Carlo-Simulation</b> <i>Markov Chains and Monte-Carlo-Simulation</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der mathematischen Konzepte für Markov-Ketten, Verständnis der Funktionsweise von Markov-Chain-Monte-Carlo-Algorithmen, Fähigkeit, solche Algorithmen selbstständig an Modelle zu adaptieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Stochastik I / Stochastik II		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Markov-Ketten und Monte-Carlo-Simulation</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gernot Müller</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6,00</p>
<p><b>Inhalte:</b> Markov-Ketten in diskreter / stetiger Zeit und mit diskretem / stetigem Zustandsraum, Stationarität, Ergodizität, Reversibilität, Markov-Chain-Monte-Carlo-Algorithmen</p>
<p><b>Literatur:</b> Bremaud, P. (2008). Markov Chains, Gibbs Fields, Monte Carlo Simulation, and Queues. Springer. Meyn, S.P., Tweedie, R.L. (1993). Markov Chains and Stochastic Stability. Springer. Robert, C.P., Casella, G. (2004). Monte Carlo Statistical Methods. Springer</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Markov-Ketten und Monte-Carlo-Simulation</b> Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 90 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht</p> <p><b>Beschreibung:</b> Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.</p>

<b>Modul MTH-2340: Holomorphic curves - an introduction to the modern methods of symplectic geometry</b> <i>Holomorphic Curves - An Introduction to Modern Methods of Symplectic Geometry</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Urs Frauenfelder		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Restricted three body problem Global surface of section Contact topology Holomorphic curves Symplectic field theory		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Kenntnisse in Differentialgeometrie und Funktionalanalysis.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Holomorphic curves</b> <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig
<b>Inhalte:</b> The goal of this lecture is to make students familiar with global methods in Hamiltonian mechanics. The Hamiltonian system which plays a major role in this lecture is the restricted three body problem. In this problem one studies the dynamics of a massless body (the satellite) which is attracted by two massive bodies (the earth and the moon) according to Newton's law of gravitation. The dynamics of the satellite is prescribed by the flow of a vector field on a three dimensional energy hypersurface. One of the major questions in this lecture is if this flow admits a global surface of section. Such a global surface of section is a gadget which allows one to store the information carried by the flow on the three dimensional energy hypersurface in an area preserving map from the two dimensional disk to itself, i.e., such a gadget reduces the complexity of the problem by one dimension. Global surfaces of section can be constructed with the help of holomorphic curves. In this lecture we will study the rich interplay between holomorphic curves, contact topology and dynamics which brings students to the forefront of modern research.
<b>Literatur:</b> McDuff, Salamon J-holomorphic Curves and Symplectic Topology AMS

<b>Prüfung</b> <b>Holomorphic curves - an introduction to the modern methods of symplectic geometry (9 LP)</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester
---

<b>Modul MTH-2350: Modellkategorien</b> <i>Model Categories</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten haben eine algebraische Theorie von Kategorien kennengelernt. Sie können übliche Konstruktionen in der homologischen Algebra und in der algebraischen Topologie axiomatisch verstehen und Parallelen ziehen. Sie sind in der Lage, wissenschaftlich auf dem Gebiet der homotopischen Algebra und der Homotopietheorie zu arbeiten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Modellkategorien</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00

**Inhalte:**

Modellkategorien axiomatisieren und verdeutlichen sowohl die wesentlichen Konstruktionen in der Homotopietheorie topologischer Räume als auch der homologischen Algebra der Kettenkomplexe. Sie wurden zu diesem Zwecke 1967 von Daniel Quillen eingeführt. Ein grundlegendes Wissen über Modellkategorien ist daher unumgänglich, wenn man in der algebraischen Topologie oder der homologischen Algebra arbeiten möchte. Mit Hilfe von Modellkategorien sind in letzter Zeit Theorien von Unendlich-Kategorien oder auch Algebra über dem Sphärenspektrum anstelle den ganzen Zahlen entwickelt worden.

Ausgangspunkt der Theorie der Modellkategorien ist eine Kategorie  $M$  zusammen mit einer Klasse  $W$  von Morphismen, nach denen die Kategorie lokalisiert werden soll, d.h. die formal als invertierbar angesehen werden sollen. Eine Modellstruktur auf  $M$  ist dann eine Wahl von zwei weiteren Klassen auf  $M$ , den sogenannten Faserungen und Kofaserungen, um effektiv Aussagen über die Lokalisierung machen zu können. Diese Wahl ist vergleichbar mit der einer Basis eines Vektorraumes in der Linearen Algebra.

Unter anderem werden folgende Themen angesprochen:

- Modellkategorien
- Homotopiekategorie
- Quillen-Äquivalenzen
- Kettenkomplexe
- Kompakt erzeugte Räume
- Simpliziale Mengen
- Monoidale Modellkategorien
- Triangulierte Kategorien
- Spektra

Voraussetzungen: Grundlegende Kenntnisse in Topologie und Kategorientheorie

Weitergehende Kenntnisse in algebraischer Topologie oder homologischer Algebra sind hilfreich aber nicht nötig

**Literatur:**

- W. G. Dwyer et al.: Homotopy Limit Functors on Model Categories and Homotopical Categories
- P. Gabriel, M. Zisman: Calculus of Fractions and Homotopy Theory
- S. I. Gelfand, Yu. I. Manin: Methods of Homological Algebra
- P. G. Goerss, J. F. Jardine: Simplicial Homotopy Theory
- Ph. S. Hirschhorn: Model Categories and Their Localizations
- M. Hovey: Model Categories
- J. Lurie: Higher Topos Theory
- J. P. May, K. Ponto: More Concise Algebraic Topology: Localization, Completion, and Model Categories
- D. G. Quillen: Homotopical algebra

**Prüfung****Modellkategorien**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-2380: Bayessche Statistik und Ökonometrie</b> <i>Bayesian Statistics and Econometrics</i>		6 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der mathematischen Konzepte in der Bayesschen Statistik, Kenntnisse über Vor- und Nachteile der Bayesschen Statistik gegenüber der frequentistischen Statistik, Kenntnisse über Einsatzmöglichkeiten der Bayesschen Statistik in der Ökonometrie, Fähigkeit, Bayessche Verfahren bei praktischen Problemen selbstständig einzusetzen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 3 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 1 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Stochastik I, Stochastik II		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Bayessche Statistik und Ökonometrie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gernot Müller <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 4,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Inhalte:</b> Grundlagen der Bayesschen Statistik, Prior-Verteilungen (konjugierte, nichtinformativ), Posterior-Verteilungen, Optimalität von Bayesschätzern, Bayes-Tests, Schätzungen der Posterior-Verteilung über MCMC Methoden, Bayessche Netzwerke, Anwendungen der Bayesschen Statistik in der Ökonometrie. Voraussetzungen: Stochastik 1 und 2
<b>Literatur:</b> Blake, A., and Mumtaz, H. (2012). Applied Bayesian Econometrics for Central Bankers. Bank of England / CCBS Technical Handbook No. 4. Carlin, B.P., and Louis, Th.A. (2009). Bayesian Methods for Data Analysis. Chapman and Hall. Efron, B. (1986). Why Isn't Everyone a Bayesian? The American Statistician 40 (1) 1-5 Gelman, A., Carlin, J.B., Stern, H.S., and Rubin, D.R. (1995). Bayesian Data Analysis. Chapman and Hall. Geweke, J. (2005). Contemporary Bayesian Econometrics and Statistics., Wiley. Geweke, J., Koop, G., and van Dijk, H. (Eds.) (2011). The Oxford Handbook of Bayesian Econometrics. Oxford. Koop, G. (2003). Bayesian Econometrics. Wiley. Robert, Ch. (2007). The Bayesian Choice. Springer.

**Prüfung**

**Bayessche Statistik und Ökonometrie**

Modulprüfung, Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2450: Seminar zur Kombinatorik</b> <i>Seminar in Combinatorics</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die selbständige Erarbeitung mathematischer Inhalte und eine wissenschaftliche Präsentation in Wort und Schrift.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Seminar zur Kombinatorik</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig
<b>Lernziele:</b> Die selbständige Erarbeitung mathematischer Inhalte und eine wissenschaftliche Präsentation in Wort und Schrift.
<b>Literatur:</b> Die konkrete Themenauswahl und dazu gehörende Literatur wird in der Vorbesprechung zum Seminar bekanntgegeben.

<b>Prüfung</b> <b>Seminar zur Kombinatorik</b> Seminar / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
---

<b>Modul MTH-2470: Markovketten</b> <i>Markov Chains</i>		9 ECTS/LP
Version 1.3.0 (seit SoSe17 bis WS24/25) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller		
<b>Inhalte:</b> Am Anfang der Vorlesung werden endliche Markovketten eingeführt und mit Hilfe der algebraischen Methoden der Ergodensatz bewiesen. Danach werden die Markovketten mit einem abzählbaren Zustandsraum untersucht. Es wird der klassische Zugang über die Zerlegung der Kette in die unabhängigen Zyklen diskutiert. Ausserdem werden einige Themen aus der Martingaltheorie besprochen, die dann für die 'topologische' Klassifizierung der Ketten mit einem kontinuierlichen Zustandsraum benutzt wird.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> In dieser Veranstaltung sollen die Studierenden einen Einblick in stochastische Modelle mit zustandsabhängiger Dynamik bekommen und die mathematischen Methoden erlernen, die bei der Analyse solcher Modelle benutzt werden können.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 6 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Stochastik I Stochastik II		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 6. - 8.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Markovketten</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Vitali Wachtel <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Am Anfang der Vorlesung werden endliche Markovketten eingeführt und mit Hilfe der algebraischen Methoden der Ergodensatz bewiesen. Danach werden die Markovketten mit einem abzählbaren Zustandsraum untersucht. Es wird der klassische Zugang über die Zerlegung der Kette in die unabhängigen Zyklen diskutiert. Ausserdem werden einige Themen aus der Martingaltheorie besprochen, die dann für die 'topologische' Klassifizierung der Ketten mit einem kontinuierlichen Zustandsraum benutzt wird.
<b>Literatur:</b> [1] Shiryaev A.N.: Probability [2] Klenke A. Wahrscheinlichkeitstheorie

**Prüfung**

**Markovketten**

Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

**Beschreibung:**

Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.

<b>Modul MTH-2490: Endliche Körper</b> <i>Finite Fields</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden werden anhand des Studiums einer diskreten algebraischen Struktur ein vertieftes Verständnis von algebraischer, kombinatorischer und zahlentheoretischer Denkweise erwerben.		
<b>Bemerkung:</b> Die Module MTH-2240 und MTH-2490 unterscheiden sich im Aufwand (SWS und LP), sind aber inhaltlich nahezu identisch. Daher dürfen Studierende nur eines dieser beiden Module einbringen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 6 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Lineare Algebra I und II, Grundlagen der Algebra, der Kombinatorik und der elementaren Zahlentheorie.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Ausschluss-Bedingung: Dieses Modul darf nicht eingebracht werden, wenn das Modul MTH-2240 oder MTH-2590 bereits eingebracht wurde!
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Moduleile</b>
<b>Modulteil: Endliche Körper</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig
<b>Lernziele:</b> Die Studierenden werden anhand des Studiums einer diskreten algebraischen Struktur ein vertieftes Verständnis von algebraischer, kombinatorischer und zahlentheoretischer Denkweise erwerben.
<b>Prüfung</b> <b>Endliche Körper</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2510: Advanced Methods in Machine Learning</b> <i>Advanced Methods in Machine Learning</i>		3 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS20/21) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller		
<b>Inhalte:</b> Grundlagen des Machine Learnings, Lernbarkeit, Der Konflikt zwischen Bias und Komplexität, Die VC-Dimension, Deep Feedforward Networks, Case Studies		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis von weiterführenden Konzepten des Machine Learnings. Fähigkeit, diese Konzepte auf Datensätze anzuwenden und die Ergebnisse zu interpretieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std. 1 Std. Übung (Präsenzstudium) 1 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Stochastik I, Stochastik II		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Advanced Methods in Machine Learning</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gernot Müller</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig every 4th semester</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 3.0</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Grundlagen des Machine Learnings, Lernbarkeit, Der Konflikt zwischen Bias und Komplexität, Die VC-Dimension, Deep Feedforward Networks, Case Studies</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Aktuelle Veröffentlichungen zum Thema Machine Learning, insbesondere zur Erklärbarkeit und zu verbundenem Lernen</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Advanced Methods in Machine Learning</b></p> <p>Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 60 Minuten / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b></p> <p>in diesem Semester nicht</p>

<b>Modul MTH-2511: Advanced Methods in Machine Learning II</b> <i>Advanced Methods in Machine Learning II</i>		3 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS21/22) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller		
<b>Inhalte:</b> Lineare Prädiktoren, Halbräume, Perceptron algorithm, Boosting, AdaBoost, Support Vector Machines		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis von weiterführenden Konzepten des Machine Learnings. Fähigkeit, diese Konzepte auf Datensätze anzuwenden und die Ergebnisse zu interpretieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std. 1 Std. Übung (Präsenzstudium) 1 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Stochastik I, Stochastik II, AMML (MTH-2510)		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Advanced Methods in Machine Learning II</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gernot Müller</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig / 4h semester</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 3.0</p>
<b>Inhalte:</b> Lineare Prädiktoren, Halbräume, Perceptron algorithm, Boosting, AdaBoost, Support Vector Machines
<b>Literatur:</b> Aktuelle Veröffentlichungen zum Thema Machine Learning, insbesondere zur Erklärbarkeit und zu verbundenem Lernen
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Advanced Methods in Machine Learning II</b></p> <p>Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 60 Minuten / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht</p>

<b>Modul MTH-2520: Algebraic groups and homogeneous spaces</b> <i>Algebraic Groups and Homogeneous Spaces</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS19/20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Bemerkung:</b> momentan nicht angeboten!		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Algebraic groups and homogeneous spaces</b> <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00

<b>Prüfung</b> <b>Algebraic groups and homogeneous spaces</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-2530: Perverse Garben</b> <i>Perverse Sheaves</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.1 (seit WS19/20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Hien		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Theorie der derivierten Kategorien und speziell die derivierte Kategorie der Garben auf einem topologischen Raum.</li> <li>• Verdier-Dualität</li> <li>• triangulierte Kategorien und t-Strukturen</li> <li>• Definition und Anwendungen des Begriffs "Perverse Garben"</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Vorlesung führt in die modernen Techniken der Theorie der Garben auf Mannigfaltigkeiten (insbesondere der derivierten Kategorie von Garben) ein. Die entsprechenden Konstruktionen, derivierte Kategorien, triangulierte Kategorien, t-Strukturen werden abstrakt besprochen und im Hinblick auf Garben studiert.  Der Begriff "Perverse Garben" wird entwickelt und die Anwendungen (im Sinn der Riemann.Hilbert-Korrespondenz) werden besprochen.  Die Teilnehmer erlernen fundamentale Kenntnisse und Techniken, die in vielen Bereichen der Algebraischen Geometrie, Komplexen Geometrie, Symplektischen Geometrie oder Algebraischen Topologie Anwendung finden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Perverse Garben</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Prüfung</b> <b>Perverse Garben</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2540: Floer Homologie</b> <i>Floer Homology</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS19/20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Urs Frauenfelder		
<b>Inhalte:</b> Arnold conjecture, Analysis of pseudoholomorphic curves, Rabinowitz action functional		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Floer Homologie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Arnold conjecture, Analysis of pseudoholomorphic curves, Rabinowitz action functional
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Floer Homology</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>

<b>Prüfung</b> <b>Floer Homologie</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester
--

<b>Modul MTH-2581: Advanced Survival Analysis</b> <i>Advanced Survival Analysis</i>		8 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit WS22/23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sarah Friedrich		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Besonderheiten von Überlebenszeitdaten: Zensierung/Trunkierung</li> <li>• Martingale, Zählprozesse, stochastische Integrale</li> <li>• Nelson-Aalen, Kaplan-Meier und Aalen-Johansen Schätzer</li> <li>• Konkurrierende Risiken und Mehrstadienmodelle</li> <li>• Cox Regression</li> <li>• Asymptotik (schwache Konvergenz, gleichmäßige Konsistenz), Martingaltheorie</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der Teilnahme an diesem Modul verfügen die Studierenden über detailliertes und aktuelles Wissen auf dem Gebiet der Überlebenszeitanalyse (Survival Analysis). Sie können Problemstellungen und Ergebnisse des Gebiets präzise beschreiben und diskutieren. Darüber hinaus verstehen die Studierenden mathematische Konzepte, Methoden, Verfahren und Techniken, um Ereigniszeitdaten zu analysieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Stochastik I + II		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Advanced Survival Analysis</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00 <b>ECTS/LP:</b> 8.0
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Andersen, Borgan, Gill, Keiding: Statistical Models Based on Counting Processes, Springer 1993</li> <li>• Aalen, Borgan, Gjessing: Survival and Event History Analysis, Springer 2008</li> <li>• Beyersmann, Allignol, Schumacher: Competing Risks and Multistate Models with R, Springer 2012</li> </ul>

<b>Prüfung</b> <b>Advanced Survival Analysis</b> Modulprüfung, Die genauer Prüfungsform wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben., benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-2590: Topics in Galois Fields</b> <i>Topics in Galois Fields</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS21/22) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger		
<b>Inhalte:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Algebraic and number theoretical foundation</li> <li>2. Multiplicative group, existence and uniqueness</li> <li>3. Mappings for extensions of finite fields and normal bases</li> <li>4. The algebraic closure of a finite field</li> <li>5. Irreducible polynomials over finite fields</li> <li>6. Factorization of univariate polynomials over finite fields</li> <li>7. Normal bases and cyclotomic modules</li> <li>8. Characters, Gauss sums and the DFT</li> <li>9. Primitive normal bases</li> <li>10. Basis representation and arithmetics</li> <li>11. Primitive elements in affine hyperplanes</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> "Finite fields" (resp. "Galois fields") belong to the fundamental structures which play an important role in modern applications, such as Coding Theory, Cryptography or Signal processing. After establishing the classical results on finite fields, our focus will be on developments from the last 25 years.		
<b>Bemerkung:</b> Concerning the contents, the previous modules MTH-2240 and MTH-2490 are nearly identical to MTH-2590. It is therefore possible to earn credit points only for one of these modules.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Linear Algebra; foundations of Algebra, Combinatorics and elementary Number Theory.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> This module can only be credited, when module MTH-2240 or module MTH-2490 have not already been credited.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Topics in Galois Fields: Lectures and Exercises</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Lernziele:</b> "Finite fields" (resp. "Galois fields") belong to the fundamental structures which play an important role in modern applications, such as Coding Theory, Cryptography or Signal processing. After establishing the classical results on finite fields, our focus will be on developments from the last 25 years.

**Inhalte:**

1. Algebraic and number theoretical foundation
2. Multiplicative group, existence and uniqueness
3. Mappings for extensions of finite fields and normal bases
4. The algebraic closure of a finite field
5. Irreducible polynomials over finite fields
6. Factorization of univariate polynomials over finite fields
7. Normal bases and cyclotomic modules
8. Characters, Gauss sums and the DFT
9. Primitive normal bases
10. Basis representation and arithmetics
11. Primitive elements in affine hyperplanes

**Literatur:**

Dirk Hachenberger and Dieter Jungnickel, Topics in Galois Fields, Springer Nature Switzerland, Cham, 2020.

**Prüfung**

**Topics in Galois Fields**

Hausarbeit/Seminararbeit, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2600: Nichtparametrische Statistik</b> <i>Nonparametric Statistics</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS22/23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sarah Friedrich		
<b>Inhalte:</b> - Besonderheiten der nichtparametrischen Statistik: Nichtparametrische Effekte und Hypothesen im Vergleich zur parametrischen und semi-parametrischen Statistik - Empirische Verteilungen und Ränge - Relative Effekte und deren Schätzer - Einfaktorielle Versuchspläne: Wilcoxon-Mann-Whitney-Test, das nichtparametrische Behrens-Fischer-Problem, Kruskal-Wallis-Test - Mehrfaktorielle Versuchspläne		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der Teilnahme an diesem Modul kennen die Studierenden den Unterschied zwischen der nichtparametrischen und der parametrischen Datenanalyse. Sie erkennen, wann eine nichtparametrische Datenanalyse notwendig ist, sind mit den Grundbegriffen der Rangstatistiken vertraut, können Rangverfahren für ausgewählte faktorielle Versuchspläne durchführen und kennen deren theoretische, mathematische Grundlagen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Stochastik I und II		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im WS)	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Übung Nichtparametrische Statistik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch
<b>Literatur:</b> Brunner, Konietschke, Bathke: <i>Rank and Pseudo-Rank Procedures for Independent Observations in Factorial Designs</i> , Springer 2018 Brunner, Munzel: <i>Nichtparametrische Datenanalyse</i> , Springer 2013

<b>Prüfung</b> <b>Nichtparametrische Statistik</b> Modulprüfung, Die genauer Prüfungsform wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben., benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-2640: Kategorientheorie</b> <i>Category Theory</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengentheoretische Grundlagen</li> <li>• Kategorien, Funktoren, natürliche Transformationen</li> <li>• Beispiele</li> <li>• Limiten und Kolimiten</li> <li>• Adjungierte Funktoren</li> <li>• Kan-Erweiterungen</li> <li>• Enden und Koenden</li> <li>• Monoidale Kategorien</li> <li>• Lokalisierung von Kategorien</li> <li>• Anwendungen</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten haben einen Überblick über die wesentlichen Konzepte der Kategorientheorie gewonnen. Sie erkennen in anderen Teilgebieten der Mathematik universelle Konstruktionen und können die Kategorientheorie gewinnbringend in anderen Disziplinen einbringen. Sie nehmen Kategorien weiter als algebraische Objekte wahr, die Invarianten anderer Strukturen sein können. Die Studenten verstehen schließlich die grundlagentheoretischen Probleme, die sich durch einen zu naiven Begriff einer Menge ergeben, und haben Anwendungen außerhalb der Mathematik, z.B. in der theoretischen Informatik gesehen.		
<b>Voraussetzungen:</b> Zur erfolgreichen Belegung des Moduls benötigen die Teilnehmer lediglich eine gewisse mathematische Reife und das Interesse, sich mit abstrakten Strukturen zu beschäftigen.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<b>Modulteil: Kategorientheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch
<b>Modulteil: Übungen zur Kategorientheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch

<b>Prüfung</b> <b>Kategorientheorie</b> Mündliche Prüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>Beschreibung:</b> Es sind schriftliche Übungsaufgaben zu bearbeiten, mündlich an der Tafel vorzurechnen und am Ende eine kurze mündliche Prüfung zu bestehen.
---

<b>Modul MTH-2643: Betrachtungen zur Mathematischen Logik</b> <i>Reflections on Mathematical Logic</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prädikatenlogik</li> <li>- Sequenzenkalkül</li> <li>- Gödelscher Vollständigkeitssatz</li> <li>- Kompaktheitssatz und Satz von Löwenheim-Skolem</li> <li>- ZFC</li> <li>- Modalitäten</li> <li>- Unentscheidbarkeit und Halteproblem</li> <li>- Gödelsche Unvollständigkeitssätze</li> <li>- Gentzens Konsistenzbeweis der Arithmetik</li> <li>- Konstruktive Logik</li> <li>- Modelltheorie</li> <li>- Nicht-Standard-Modelle</li> <li>- Logik 2. Stufe</li> </ul>		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> nach Bedarf	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Mathematische Logik</b> <b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>Prüfung</b> <b>Mathematische Logik</b> Portfolioprüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester		

<b>Modul MTH-2650: Homotopietypentheorie</b> <i>Homotopy Type Theory</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Inhalte:</b> Zunächst wird mathematisches Arbeiten innerhalb einer intuitionistischen Typentheorie vermittelt. Dabei wird ein besonderer Fokus auf den Gleichheitsbegriff gelegt. Gleichheit in elementaren Typen wird charakterisiert. Homotopietheoretische Begriffe, das Univalenzaxiom und Beispiele von höheren induktiven Typen werden eingeführt. Diese Homotopietheoretische Erweiterung der Typentheorie wird eingesetzt, um ausgewählte Homotopiegruppen zu berechnen und abstrakte Varianten klassischer Resultate der algebraischen Topologie zu beweisen.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> * Mathematisches Argumentieren und Beweisen in einer abhängigen Typentheorie. Diese Kenntnisse sind eine Grundlage für die Verwendung der meisten computergestützten Beweisassistenzsysteme. * Grundlegendes Verständnis für Fragestellungen und Techniken der abstrakten Homotopietheorie. Die gewonnenen Vorstellungen sind übertragbar auf andere Herangehensweisen wie etwa höhere Kategorientheorie. * Anwendung von Univalenz und höheren Induktiven Typen auf homotopietheoretische Probleme. Ein Studium fortgeschrittener Themen der Homotopietypentheorie ist damit möglich.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Erfahrung mit abstrakter Mathematik, wie sie etwa im Rahmen von einführenden Modulen der Bereiche Topologie und Algebra erlangt werden kann. Elementare Kenntnisse in diesen Bereichen sind hilfreich, aber nicht erforderlich.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Homotopietypentheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> Wintersemester <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Homotopientypentheorie</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>		

**Modulteil: Übungen zur Homotopietypentheorie**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Homotopietypentheorie** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Modulprüfung**

Portfolioprüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-2670: Computational Algebraic Geometry</b> <i>Computational Algebraic Geometry</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. André Uschmajew		
<b>Inhalte:</b> 1. Polynomial Rings 2. Gröbner Bases 3. Elimination Theory 4. Computer Algebra Systems 5. Applications		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> In this lecture we will learn about the algebra and the geometry of nonlinear polynomial equations. We will develop the theory of polynomial algebra and we will discuss how to solve these systems algorithmically using computer algebra. Depending on time and interest of the participants, we will see selected applications in statistics and data science.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Linear Algebra. A course in abstract algebra is useful but not necessary.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Computational Algebraic Geometry</b> <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> einmalig SoSe <b>SWS:</b> 4,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Literatur:</b> David A. Cox, John Little, and Donal O'Shea. Ideals, Varieties, and Algorithms: An Introduction to Computational Algebraic Geometry and Commutative Algebra. Springer, 2007. Viviana Ene and Jurgen Herzog. Gröbner Bases in Commutative Algebra. American Mathematical Society, 2012.

<b>Prüfung</b> <b>Computational Algebraic Geometry</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
---

<b>Modul MTH-2690: Inverse Probleme</b> <i>Inverse Problems</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Jan-Frederik Pietschmann		
<b>Inhalte:</b> * Charakterisierung inverser Aufgaben anhand von angewandten Beispielen aus der Mathematik, den Naturwissenschaften und dem Ingenieurwesen * die Hadamard'sche Korrektheitsdefinition und das Phänomen der Inkorrektheit * Inverse Probleme als lineare und nichtlineare Operatorgleichungen in Banach- und Hilberträumen mit Schwerpunkt auf linearen Problemen * Singulärwertzerlegung kompakter Operatoren und Grad der Inkorrektheit * Theorie und Praxis der Regularisierung inkorrektur Aufgaben mit Mitteln der Analysis, Numerik, Optimierung und Stochastik * Konvergenzraten und Quelldarstellungen * Statistische Inverse Probleme		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Ziel dieses Moduls ist die Einführung in die Mathematik inverser Probleme, wobei sowohl die angewandte Komponente (naturwissenschaftlich-technische und ökonomische Probleme inverser Natur) als auch die theoretische Komponente (funktionalanalytische Behandlung, Nutzung von Techniken der Analysis, Numerik, Optimierung und Stochastik) eine unverzichtbare Rolle spielen. Die Studenten erwerben die Kompetenz zum Erkennen inverser Problemstellungen und ihrer Instabilität und zum Überwinden der spezifischen Probleme durch angepasste Techniken der Regularisierung mittels objektiver und subjektiver Apriori-Informationen im Rahmen mathematischer Handwerkszeuge.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Funktionalanalysis		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Inverse Probleme</b> <b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>Prüfung</b> <b>Inverse Probleme</b> Portfolioprüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht		

<b>Modul MTH-2700: Fortgeschrittene Themen der diskreten Wahrscheinlichkeitstheorie</b> <i>Advanced Discrete Probability</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS23/24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Heydenreich		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Studierende lernen in diesem Kurs aktive Forschungsgebiete der diskreten Wahrscheinlichkeitstheorie kennen. Sie kennen wesentliche Theorielinien und können den Beweis zentraler Resultate skizzieren. Sie sind in der Lage mit den erlernten Techniken eigene Beweise zu erarbeiten. Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken, vertiefte Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Lineare Algebra I Analysis I Analysis II Stochastik I Stochastik II (kann parallel gehört werden)		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Fortgeschrittene Themen der diskreten Wahrscheinlichkeitstheorie</b> <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>SWS:</b> 6,00		
<b>Inhalte:</b> Im Kurs werden Studierende anhand ausgewählter Themen in aktuelle Forschungsthemen aus der diskreten Wahrscheinlichkeitstheorie eingeführt. Dabei werden sowohl grundlegende Beweistechniken erarbeitet also auch einige der neuesten Resultate präsentiert. Themen und Format variieren, im Sommersemester 2025 findet ein Lesekurs zur Mathematischen Statistischen Physik statt.		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Advanced Discrete Probability (Fortgeschrittene Themen der diskreten Wahrscheinlichkeitstheorie)</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> We discuss a number of special topics in the theory of discrete probability theory, with a focus on exclusion processes. These are among the most studied examples of interacting particle systems over the last five decades, and play a key role in modern research areas like integrable probability and for the KPZ universality class. The lecture covers both classical foundations as well as very recent mathematical developments. The course is structured into four themes: 1) An introduction to Markov chains and interacting particle systems 2) Invariant measures for exclusion processes 3) An introduction to mixing times for Markov chains 4) Mixing times for exclusion processes via last passage percolation Lecture notes and relevant pointers to the literature will be provided. For further information see <a href="https://sites.google.com/view/dominik-schmid/advanced-discrete-probability...">https://sites.google.com/view/dominik-schmid/advanced-discrete-probability...</a> (weiter siehe Digicampus)		

**Prüfung**

**Fortgeschrittene Themen der diskreten Wahrscheinlichkeitstheorie**

Portfolioprüfung, Die genaue Prüfungsform wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben., benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-2710: Homotopische Algebra</b> <i>Homotopical Algebra</i>		18 ECTS/LP
Version 1.0.0 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> Semester
	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

**Modulteile**

**Modulteil: Homotopische Algebra I**

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Prüfung**

**Homotopische Algebra**

Mündliche Prüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-2720: Nicht-kommutative Ring- und Modultheorie</b> <i>Non Commutative Ring and Module Theory</i>		9 ECTS/LP
Version 1.3.0 (seit SoSe22) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Schneider		
<b>Inhalte:</b> Die Vorlesung behandelt klassische und neuere Elemente der nichtkommutativen Ring- und Modultheorie: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen (Untermoduln, Faktormoduln, Homomorphismen von Moduln und Ringen);</li> <li>- Direkte Produkte, direkte Summen, freie Moduln;</li> <li>- Injektive und projektive Moduln;</li> <li>- Lokale Ringe und Endomorphismenringe;</li> <li>- Halbeinfache Moduln und Ringe;</li> <li>- Radikal und Sockel;</li> <li>- Tensorprodukt;</li> <li>- Total;</li> <li>- Lokale Projektivität. lokale Injektivität.</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Teilnehmer*innen lernen wichtige Inhalte der nichtkommutativen Ring- und Modultheorie kennen. Diese Inhalte machen deutlich, dass der Begriff des Vektorraums über einem Körper durch Ersetzung des Körpers durch einen Ring mit Einselement zum Begriff des Moduls verallgemeinert werden kann. Dabei wird beim Ring nicht die Kommutativität vorausgesetzt, was eine Unterscheidung von Links- und Rechtsmoduln notwendig macht. Durch Forderung diverser Eigenschaften gewinnt man unterschiedliche Klassen von Moduln wie die der freien, projektiven, injektiven, halbeinfachen und flachen Moduln. Die Teilnehmer*innen sollen für diese einzelnen Klassen ein tieferes Verständnis entwickeln. Insbesondere interessieren die Unterstrukturen und Endomorphismenringe von Moduln aus diesen Klassen. Dabei fließen auch Forschungsergebnisse aus der jüngeren Vergangenheit ein, die vor allem die Begriffe "Total, lokale Projektivität, lokale Injektivität" betreffen.		
<b>Bemerkung:</b> Kenntnisse aus der Vorlesung "Einführung in die Algebra" sind hilfreich.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Kenntnisse aus der Vorlesung "Einführung in die Algebra" sind hilfreich.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Nicht-kommutative Ring- und Modultheorie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00		

**Inhalte:**

Die Vorlesung behandelt klassische und neuere Elemente der nichtkommutativen Ring- und Modultheorie:

- Grundlagen (Untermoduln, Faktormoduln, Homomorphismen von Moduln und Ringen);
- Direkte Produkte, direkte Summen, freie Moduln;
- Injektive und projektive Moduln;
- Lokale Ringe und Endomorphismenringe;
- Halbeinfache Moduln und Ringe;
- Radikal und Sockel;
- Tensorprodukt;
- Total;
- Lokale Projektivität, lokale Injektivität

**Literatur:**

F.Kasch: Moduln und Ringe, Springer;

R.Wisbauer: Grundlagen der Modul- und Ringtheorie, Verlag R.Fischer

**Prüfung**

**Nicht-kommutative Ring- und Modultheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2730: Homotopietheorie</b> <i>Homotopy Theory</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Steimle		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden lernen grundlegende Konzepte, Techniken und Resultate der modernen Homotopietheorie und wissen, wie man sie in verschiedenen Bereichen der Geometrie und Algebra anwenden kann.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b>	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Modulteil: Homotopietheorie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Die moderne Homotopietheorie ist eine axiomatische Theorie, die auf so unterschiedliche Bereichen der Mathematik wie Topologie, algebraischer Geometrie, Operatortheorie und Darstellungstheorie gleichermaßen anwendbar ist, und in deren Zentrum der Begriff von unendlich-Kategorien steht. Die Vorlesung bietet einen Einstieg in die moderne Homotopietheorie aus praxisorientierter Sicht, d. h. im Vordergrund steht nicht der systematische Aufbau der Theorie, sondern ein möglichst schneller Weg zu den zentralen Konzepten. Im Vordergrund steht dabei das Erlernen der kategoriellen Sprache und Techniken und der Überblick über verschiedene Anwendungen in unterschiedlichen Bereichen der Mathematik.

<b>Prüfung</b> <b>Prüfung</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-2750: Hochdimensionale Wahrscheinlichkeitstheorie mit Anwendungen in Data Science</b> <i>High-Dimensional Probability with Applications to Data Science</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Großkinsky Koutsimpela, Angelina, Dr.		
<b>Inhalte:</b> 1. Preliminaries on random variables 2. Concentration of sums of independent random variables 3. Random vectors in high dimensions 4. Random matrices 5. Concentration without independence 6. Quadratic forms, symmetrization and contraction 7. Random processes		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Erlernen der wahrscheinlichkeitstheoretischen Grundlagen des Data Science. Studierende können Fragestellungen in Data Science mathematisch-präzise formulieren und rigorose Lösungen erarbeiten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Probability Theory (e.g. Stochastik I), Analysis I+II. Linear Algebra I+II		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b> <b>Modulteil: Hochdimensionale Wahrscheinlichkeitstheorie mit Anwendungen in Data Science</b> <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 6,00
--

<b>Prüfung</b> <b>Hochdimensionale Wahrscheinlichkeitstheorie mit Anwendungen in Data Science</b> Portfolioprüfung, Die genaue Prüfungsform wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben., benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> nur im SoSe
---

<b>Modul MTH-3000: Spezielle Kapitel der Geometrie</b> <i>Selected Topics in Geometry</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak		
<b>Inhalte:</b> Weiterführende Themen wie beispielsweise Faserbündel, Eichtheorie oder charakteristische Klassen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken, vertiefte Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Präsentation der Ergebnisse		
<b>Bemerkung:</b> Die Module MTH-3000 und MTH-3001 unterscheiden sich im Aufwand (SWS und LP), sind aber inhaltlich nahezu identisch. Daher dürfen Studierende nur eines dieser beiden Module einbringen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Eine weiterführende Vorlesung aus der Geometrie oder Algebra; beispielsweise Einführung in die Geometrie, Differentialtopologie, Differentialgeometrie oder Kommutative Algebra		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung. Ausschluss-Bedingung: Dieses Modul darf nicht eingebracht werden, wenn das Modul MTH-3001 bereits eingebracht wurde!
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Spezielle Kapitel der Geometrie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Prüfung</b> <b>Spezielle Kapitel der Geometrie</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 20 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-3001: Spezielle Kapitel der Geometrie</b> <i>Selected Topics in Geometry</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak		
<b>Inhalte:</b> Weiterführende Themen wie beispielsweise Faserbündel, Eichtheorie oder charakteristische Klassen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken, vertiefte Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Präsentation der Ergebnisse		
<b>Bemerkung:</b> Die Module MTH-3000 und MTH-3001 unterscheiden sich im Aufwand (SWS und LP), sind aber inhaltlich nahezu identisch. Daher dürfen Studierende nur eines dieser beiden Module einbringen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> 6 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Eine weiterführende Vorlesung aus der Geometrie oder Algebra; beispielsweise Einführung in die Geometrie, Differentialtopologie, Differentialgeometrie oder Kommutative Algebra		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung. Ausschluss-Bedingung: Dieses Modul darf nicht eingebracht werden, wenn das Modul MTH-3000 bereits eingebracht wurde!
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Spezielle Kapitel der Geometrie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Lernziele:</b> Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken, vertiefte Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Präsentation der Ergebnisse
<b>Inhalte:</b> Weiterführende Themen wie beispielsweise Faserbündel, Eichtheorie oder charakteristische Klassen
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Globale Analysis</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> Die wichtigsten Themen dieser Vorlesung sind: - Koordinatenfreie Analysis: Vektorbündel, Zusammenhänge, Krümmung - Indexsätze: Die Sätze von Poincaré-Hopf und Gauß-Bonnet - Obstruktionstheorie: Stiefel-Whitney Klassen, Chern-Klasse, ... - Sobolew-Räume: Karten per Exponentialabbildung, Banach-Mannigfaltigkeiten

**Prüfung**

**Spezielle Kapitel der Geometrie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 20 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-3210: Spin-Geometrie</b> <i>Spin Geometry</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Das Hauptergebnis dieser Vorlesung wird der Indexsatz von Atiyah und Singer sein, der als eines der wichtigsten Ergebnisse der Mathematik des 20. Jahrhunderts gilt. Dazu untersuchen wir Clifford-Algebren, Spin-Gruppen und ihre Darstellungen. Wir führen Dirac- und Laplace-Typ-Operatoren ein und untersuchen sie analytisch. Nach dem Beweis des Indexsatzes behandeln wir geometrische Anwendungen. Wir besprechen auch verwandte Themen, wie Hodge-Theorie.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Elementare differentialgeometrische Begriffe wie Mannigfaltigkeiten und Vektorbündel werden vorausgesetzt. Fortgeschrittenere Konzepte wie charakteristische Klassen werden je nach Vorkenntnissen der Hörer erklärt.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Spin-Geometrie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00		
<b>Prüfung</b> <b>Spin-Geometrie</b> Modulprüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht		

<b>Modul MTH-3220: Ausgewählte Themen der geometrischen Topologie</b> <i>Selected Topics in Geometric Topology</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke Steimle, Wolfgang, Prof. Dr.		
<b>Inhalte:</b> Die Studenten lernen wichtige Methoden und Resultate aus ausgewählten Bereichen der Geometrie und Topologie kennen und erwerben die Kompetenz, die erlernten Methoden eigenständig anzuwenden. Die genaue Wahl der Themen ist dabei dem Dozenten überlassen und ergibt sich aus der Vorlesungsankündigung		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil:</b> <a href="#">Klassifikation von Mannigfaltigkeiten</a> <b>Sprache:</b> Deutsch

<b>Prüfung</b> <b>Ausgewählte Themen der geometrischen Topologie</b> Modulprüfung, Die Prüfungsform wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben., benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-3240: Morse Homologie</b> <i>Morse Homology</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Urs Frauenfelder		
<b>Inhalte:</b> Morse-Funktionen, Gradientenflussgleichung, Fredholmtheorie		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Morse Homologie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Morse-Funktionen, Gradientenflussgleichung, Fredholmtheorie
<b>Prüfung</b> <b>Morse Homologie</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester

<b>Modul MTH-3251: Complex Geometry I</b> <i>Complex Geometry I</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundvorlesungen in linearer Algebra</li> <li>• Grundvorlesungen in Analysis</li> <li>• Funktionentheorie</li> </ul>		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Complex Geometry I</b> <b>Sprache:</b> Deutsch

<b>Prüfung</b> <b>Complex Geometry I</b> Mündliche Prüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester
---

<b>Modul MTH-3260: Transformationsgruppen</b> <i>Transformation Groups</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke		
<b>Bemerkung:</b> Master Mathematik		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Transformationsgruppen</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 6,00		
<b>Prüfung</b> <b>Transformationsgruppen</b> Modulprüfung, mündliche Prüfung oder schriftliche Prüfung oder Portfolioprüfung, benotet		

<b>Modul MTH-3265: Lie-Gruppen und homogene Räume</b> <i>Lie Groups and Homogeneous Spaces</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Dr. Peter Quast		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Lie-Gruppen und homogene Räume</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>SWS:</b> 6,00
<b>Prüfung</b> <b>Lie-Gruppen und homogene Räume</b> Modulprüfung, schriftliche Prüfung oder mündliche Prüfung oder Portfolioprüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-3270: Algebraische K-Theorie</b> <i>Algebraic K-Theory</i>		3 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Steimle		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten lernen grundlegende Definitionen und Resultate aus der algebraischen K-Theorie und einige Anwendungen in der Geometrie und Algebra kennen.  The participants learn the basic definitions and theorems in algebraic K-theory. Some applications to geometry and algebra will be discussed.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Keine.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Algebraische K-Theorie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 3.0
<b>Lernziele:</b> Die Studenten lernen grundlegende Definitionen und Resultate aus der algebraischen K-Theorie und einige Anwendungen in der Geometrie und Algebra kennen.  The participants learn the basic definitions and theorems in algebraic K-theory. Some applications to geometry and algebra will be discussed.

<b>Prüfung</b> <b>Algebraische K-Theorie</b> Modulprüfung, Die Prüfungsform wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben., benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-3280: Nonlinear Functional Analysis</b> <i>Nonlinear Functional Analysis</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak		
<b>Inhalte:</b> This course is an introduction to nonlinear functional analysis and its applications. It covers the following topics: Banach manifolds, nonlinear Fredholm operators, implicit function theorem, Sard-Smale theorem, Leray-Schauder degree, Frechet manifolds, Nash-Moser implicit function theorem, scaled Banach spaces, applications to ordinary and partial differential equations.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Learning about the basic techniques of nonlinear functional analysis and their applications to differential equations.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 270 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Solide Analysiskenntnisse, die die wesentlichen Inhalte der Vorlesungen Analysis 1, 2 und 3 sowie der Funktionalanalysis abdecken. Modul Funktionalanalysis (MTH-1100)		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Nonlinear Functional Analysis</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Kai Cieliebak <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Lernziele:</b> Learning about the basic techniques of nonlinear functional analysis and their applications to differential equations.
<b>Inhalte:</b> This course is an introduction to nonlinear functional analysis and its applications. It covers the following topics: Banach manifolds, nonlinear Fredholm operators, implicit function theorem, Sard-Smale theorem, Leray-Schauder degree, Frechet manifolds, Nash-Moser implicit function theorem, scaled Banach spaces, applications to ordinary and partial differential equations.
<b>Literatur:</b> K. Deimling, Nonlinear Functional Analysis
<b>Prüfung</b> <b>Nonlinear Functional Analysis</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-3290: Einführung in die Himmelsmechanik</b> <i>Introduction to Celestial Mechanics</i>		3 ECTS/LP
Version 1.1.1 (seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Urs Frauenfelder		
<b>Inhalte:</b> Newton equations, Conserved quantities, Restricted Three-Body problem, Regularizations, Special solutions		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Einführung in die Himmelsmechanik</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Urs Frauenfelder</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 3.0</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Himmelsmechanik Einführung in die Himmelsmechanik</b> Einzelprüfung mündlich / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht</p>

<b>Modul MTH-3291: Einführung in Billiardssysteme</b> <i>Introduction to Billiard Systems</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Urs Frauenfelder		
<b>Inhalte:</b> Mathematical billiards describe the motion of a particle with elastic reflections at the boundary.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Our goal is to understand the dynamical properties of billiard systems, as well as the associated geometric and physical problems.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Moduleile</b>
<b>Modulteil: Einführung in Billiardssysteme</b> <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 4,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Prüfung</b> <b>Billiardssysteme Einführung in Billiardssysteme</b> Einzelprüfung mündlich / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-3300: Mathematische Physik</b> <i>Mathematical Physics</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS22/23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Urs Frauenfelder		
<b>Inhalte:</b> In diesem Kurs werden verschiedene Themen der mathematischen Physik behandelt, wie die Frage nach der Quantisierung eines klassischen mechanischen Systems und dem Zusammenhang zwischen ihrer Geometrie und Dynamik.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Moduleile</b>
<b>Modulteil: Mathematische Physik</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00

<b>Prüfung</b> <b>Mathematische Physik</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
---

<b>Modul MTH-3500: Spezielle Kapitel der Algebra</b> <i>Selected Topics in Algebra</i>		3 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Algebra vertieft.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Vertiefte Kenntnisse in Algebra		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil:</b> <a href="#">Spezielle Kapitel der Algebra</a> <b>Sprache:</b> Deutsch

<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Spezielle Kapitel der Algebra (3 LP) MTH-3500</b> Modulprüfung, Lehrveranstaltungsprüfung, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht</p>
---

<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Spezielle Kapitel der Algebra</b> Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht</p>
---

<b>Modul MTH-3510: Spezielle Kapitel der Analysis</b> <i>Selected Topics in Analysis</i>		3 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Analysis vertieft.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Vertiefte Kenntnisse in Analysis		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

**Modulteile**

**Modulteil: Spezielle Kapitel der Analysis**

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Stochastic Analysis** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Spezielle Kapitel der Analysis**

Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-3520: Spezielle Kapitel der Geometrie</b> <i>Selected Topics in Geometry</i>		3 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit SoSe21) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Geometrie vertieft.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Vertiefte Kenntnisse in Geometrie		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: <a href="#">Spezielle Kapitel der Geometrie</a></b> <b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>Prüfung</b> <b>Spezielle Kapitel der Geometrie</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet		

<b>Modul MTH-3530: Spezielle Kapitel der Optimierung</b> <i>Selected Topics in Optimization</i>		3 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Mirjam Dür		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Optimierung vertieft.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Vertiefte Kenntnisse in der Optimierung		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

**Modulteile**

**Modulteil:** [Spezielle Kapitel der Optimierung](#)

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig

**Prüfung**

**Spezielle Kapitel der Optimierung**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-3540: Spezielle Kapitel der Stochastik</b> <i>Selected Topics in Stochastics</i>		3 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit SoSe18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Großkinsky		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Stochastik vertieft.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Vertiefte Kenntnisse in Stochastik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Spezielle Kapitel der Stochastik</b> <b>Sprache:</b> Deutsch
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Stochastic Analysis</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>

<b>Prüfung</b> <b>Spezielle Kapitel der Stochastik</b> Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-3550: Spezielle Kapitel der Numerik</b> <i>Selected Topics in Numerics</i>		3 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Peterseim		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Numerik vertieft.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Vertiefte Kenntnisse in Numerik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

**Modulteile****Modulteil: Spezielle Kapitel der Numerik****Sprache:** Deutsch**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Spezielle Kapitel der Numerik** (Vorlesung)*\*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.\**

Studierende vertiefen ihre Kenntnisse im Themengebiet der numerischen Analysis von Quantenalgorithmen.

Students deepen their knowledge in the field of numerical analysis of quantum algorithms.

**Prüfung****Spezielle Kapitel der Numerik**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-3560: Ausgewählte Kapitel der Variationsrechnung</b> <i>Selected Topics in the Calculus of Variations</i>		9 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu freien Randwertproblemen, insbesondere die Theorie der Funktionen von beschränkter Variation in mehreren Dimensionen. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung, Forschungsliteratur in diesem Gebiet zu lesen, sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten sowie die erlernte Theorie in anwendungsorientierten Problemen einzusetzen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Solide Analysiskenntnisse, die die wesentlichen Inhalte der Vorlesungen Analysis 1, 2 und 3 sowie der Funktionalanalysis abdecken. Es wird empfohlen, die Vorlesung Theorie der partiellen Differentialgleichungen oder die Vorlesung Variationsrechnung gehört zu haben.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Ausgewählte Kapitel der Variationsrechnung</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Literatur:</b> Luigi Ambrosio, Nicola Fusco, and Diego Pallara. Functions of bounded variation and free discontinuity problems. Oxford Mathematical Monographs. The Clarendon Press, Oxford University Press, New York, 2000. Lawrence C. Evans and Ronald F. Gariepy. Measure theory and fine properties of functions. Textbooks in Mathematics. CRC Press, Boca Raton, FL, revised edition, 2015. Herbert Federer. Geometric measure theory. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften, Band 153. Springer-Verlag New York Inc., New York, 1969.

<b>Prüfung</b> <b>Ausgewählte Kapitel der Variationsrechnung</b> Portfolioprüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-3570: Lesekurs Dynamische Systeme</b> <i>Reading Course Dynamical Systems</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker		
<b>Inhalte:</b> Die Studierenden erhalten einen vertieften Kenntnisstand zu aktuellen Forschungsthemen der dynamischen Systeme und gleichzeitig einen fundierten Einstieg in die moderne qualitative Theorie.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Sie erreichen die Kompetenz, selbständig fortgeschrittene Themenbereiche und aktuelle Forschungsthemen zu bearbeiten. Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Selbststudium englischsprachiger wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Arbeiten, Führen wissenschaftlicher Diskussionen und die Präsentation von mathematischen Theorien.		
<b>Voraussetzungen:</b> Gute Kenntnisse in Dynamischen Systemen		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Lesekurs Dynamische Systeme</b> <b>Lehrformen:</b> kein Typ gewählt <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0		
<b>Prüfung</b> <b>Lesekurs</b> Portfolioprüfung, Vortrag und aktive Mitarbeit / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet		

<b>Modul MTH-3580: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Analysis</b> <i>Selected Topics in Nonlinear Analysis</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS19/20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu ausgewählten Problemen in der Theorie der nichtlinearen Analysis. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung Forschungsliteratur in diesen Gebieten zu lesen und sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Solide Analysiskenntnisse, die die wesentlichen Inhalte der Vorlesungen Analysis 1, 2 und 3 sowie der Funktionalanalysis abdecken.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Analysis</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 4,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Inhalte:</b> Variationelle Probleme Regularitätstheorie, Nichtlineare Gleichungen, Ggf. Anwendungen
<b>Literatur:</b> wird in der VL bekanntgegeben

<b>Prüfung</b> <b>Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Analysis</b> Mündliche Prüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
---

<b>Modul MTH-3585: Ausgewählte Kapitel der Stochastischen Analysis</b> <i>Selected Topics in Stochastic Analysis</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu ausgewählten Problemen in der Theorie der stochastischen Analysis. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung Forschungsliteratur in diesen Gebieten zu lesen und sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

**Moduleile****Modulteil: Ausgewählte Kapitel der Stochastischen Analysis****Sprache:** Deutsch / Englisch**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig**Arbeitsaufwand:**

2 Std. Übung (Präsenzstudium)

2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)

**SWS:** 4,00**ECTS/LP:** 6.0**Lernziele:**

Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu ausgewählten Problemen in der Theorie der stochastischen Analysis. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung Forschungsliteratur in diesen Gebieten zu lesen und sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten.

**Prüfung****Ausgewählte Kapitel der Stochastischen Analysis**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

<b>Modul MTH-3590: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten</b> <i>Computational Uncertainty Quantification for Partial Differential Equations</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Peterseim		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Tieferes Verständnis der Unsicherheitsquantifizierung bei partiellen Differentialgleichungen mit Unsicherheiten in ihren wichtigsten Ausprägungen; Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Methoden, auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Verständnis der Problematik hochdimensionaler Probleme sowie grundlegender Lösungsansätze; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Empfohlen: Numerik partieller Differentialgleichungen		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten</b> <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00		
<b>Inhalte:</b> Grundlagen der Theorie partieller Differentialgleichungen mit Unsicherheiten; Approximationstheorie und Numerik hochdimensionaler Probleme; Monte-Carlo-Methoden, stochastische Kollokations- und Galerkin-Methoden, Momentenmethode, Bayessche Methoden		
<b>Literatur:</b> R.G. Ghanem, P.D. Spanos: Stochastic finite elements: a spectral approach. Springer-Verlag, 1991 O.P. Le Maître, O.M. Knio: Spectral methods for uncertainty quantification. Springer, 2010 M.B. Giles: Multilevel Monte Carlo methods, Acta Numerica 24 (2015), 259–328 T.J. Sullivan: Introduction to uncertainty quantification, Springer, 2015		
<b>Prüfung</b> <b>MTH-3590 Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten</b> Portfolioprüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht <b>Beschreibung:</b> Die genauen Prüfungsmodalitäten werden am Anfang der Vorlesung bekannt gegeben.		

<b>Modul MTH-3650: Finite Elemente in der Variationsrechnung</b> <i>Finite elements in the calculus of variation</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Peterseim		
<b>Inhalte:</b> Aufbauend auf grundlegende Inhalte der Module Numerik partieller Differentialgleichungen bzw. Methoden der finiten Elemente werden weiterführende Aspekte der Finite-Elemente-Methode behandelt, insbesondere im Hinblick auf die Variationsrechnung. Finite-Elemente-Methode für konvexe Minimierungsprobleme Fehlerschranken mit Primal-Dual-Schätzer Voraussetzungen: Es wird empfohlen, die mit dem erfolgreichen Absolvieren einer der Module "Numerik partieller Differentialgleichungen" oder "Finite Elemente Methoden" einhergehenden Kompetenzen erworben zu haben.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Tieferes Verständnis der Finite-Elemente-Methode für Probleme aus der Variationsrechnung; Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Methoden, auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Verständnis der auftretenden Nichtlinearität sowie grundlegender Lösungsansätze; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Finite Elemente in der Variationsrechnung</b> <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Lernziele:</b> Tieferes Verständnis der Finite-Elemente-Methode für Probleme aus der Variationsrechnung; Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Methoden, auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Verständnis der auftretenden Nichtlinearität sowie grundlegender Lösungsansätze; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.

**Inhalte:**

Aufbauend auf grundlegende Inhalte der Module Numerik partieller Differentialgleichungen bzw. Methoden der finiten Elemente werden weiterführende Aspekte der Finite-Elemente-Methode behandelt, insbesondere im Hinblick

auf die Variationsrechnung.

Finite-Elemente-Methode für konvexe Minimierungsprobleme

Fehlerschranken mit Primal-Dual-Schätzer

Voraussetzungen: Es wird empfohlen, die mit dem erfolgreichen Absolvieren einer der Module "Numerik partieller Differentialgleichungen" oder "Finite Elemente Methoden" einhergehenden Kompetenzen erworben zu haben.

**Literatur:**

Literatur:

S. Bartels: Numerical methods for nonlinear partial differential equations, Springer Series in Computational Mathematics, Vol. 47, 2015

R. T. Rockafellar: Convex analysis, Princeton Mathematical Series, Vol. 28, 1970

**Prüfung**

**MTH-3650 Finite Elemente in der Variationsrechnung**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-4290: Spezielle Kapitel der Mathematical Data Science</b> <i>Selected Topics in Mathematical Data Science</i>		3 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS25/26) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. André Uschmajew		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden vertiefen ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Mathematical Data Science.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Spezielle Kapitel der Mathematical Data Science</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Spezielle Kapitel der Mathematical Data Science</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>

<b>Prüfung</b> <b>MTH-4290 Spezielle Kapitel der Mathematical Data Science</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> nur im WiSe
--

<b>Modul MTH-9622: Elemente der geometrischen Maßtheorie</b> <i>Elements of Geometric Measure Theory</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Inhaltsübersicht als Auflistung: - Überdeckungssätze - Differentiaion von Maßen - Theorie der BV-Funktionen Voraussetzungen: Solide Kenntnisse der Lebesgueschen Integrationstheorie.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Solide Analysiskenntnisse, die die wesentlichen Inhalte der Vorlesungen Analysis 1, 2 und 3 abdecken.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Elemente der geometrischen Maßtheorie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 4,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Inhalte:</b> Inhaltsübersicht als Auflistung: - Überdeckungssätze - Differentiaion von Maßen - Theorie der BV-Funktionen
<b>Literatur:</b> Lawrence C. Evans and Ronald F. Gariepy. Measure theory and fine properties of functions. Textbooks in Mathematics. CRC Press, Boca Raton, FL, revised edition, 2015. Herbert Federer. Geometric measure theory. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften, Band 153. Springer-Verlag New York Inc., New York, 1969.
<b>Prüfung</b> <b>Elemente der geometrischen Maßtheorie</b> Portfolioprüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-1810: Topologische Kombinatorik</b> <i>Topological Combinatorics</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden erkennen kombinatorische Probleme, zu deren Lösung topologische Hilfsmittel beitragen können, und können topologische Methoden auf sie anwenden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Topologische Kombinatorik</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6,00</p> <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Diese Vorlesung führt in die topologische Kombinatorik ein. Dieses junge Fachgebiet beschäftigt sich unter anderem damit, kombinatorische und kombinatorisch-geometrische Probleme mit Hilfe topologischer Methoden zu lösen. Wir werden einige solcher Beispiele kennen lernen. Die dazu notwendigen Hilfsmittel aus der Topologie und der Algebraischen Topologie werden wir in der Vorlesung entwickeln oder darstellen.</p> <p>Massenpartitionen, insbesondere das Problem des Teilens von Perlenketten (siehe den Artikel 'Necklace splitting problem' in der englischsprachigen Wikipedia).</p> <p>Graphfärbungsprobleme, insbesondere die Kneser-Vermutung (siehe den Artikel 'Topologische Kombinatorik' in der deutschsprachigen Wikipedia) und verwandte Resultate.</p> <p>Der Satz von Tverberg (siehe den Artikel 'Tverberg's theorem' in der englischsprachigen Wikipedia) und Verallgemeinerungen davon, darunter auch sehr neue Resultate.</p> <p>Simplizialkomplexe und simpliziale Abbildungen.</p> <p>Einfache Hilfsmittel aus der algebraischen Topologie wie Kettenkomplexe und in Ansätzen Homologie. Der Satz von Borsuk-Ulam und Verallgemeinerungen davon.</p> <p>Voraussetzungen: Grundlegende Kenntnisse in Analysis Grundlegende Kenntnisse in Lineare Algebra</p> <p>Diese Vorlesung wendet sich an alle mit einem Interesse an kombinatorischen Fragestellungen oder topologischen Methoden. Es wird versucht, die Vorlesung so gut wie möglich an die Vorkenntnisse der Hörer anzupassen. Da die benötigten Ergebnisse und Methoden aus der Topologie eingeführt werden, ist kein Vorwissen, das über die Grundvorlesungen in Analysis und Linearer Algebra hinausgeht, nötig. Für die, die nur diese Kenntnisse mitbringen, wird aber die Menge an Neuem groß sein, daher ist eine gewisse mathematische Reife wünschenswert.</p>

**Literatur:**

Mark de Longueville: A course in topological combinatorics. Springer.

Jiri Matousek: Using the Borsuk-Ulam Theorem (2nd printing). Springer, 2008.

**Prüfung**

**Topologische Kombinatorik**

Modulprüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-1850: Einführung in die Codierungstheorie</b> <i>Introduction to Coding Theory</i>		3 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger		
<b>Inhalte:</b> Die Codierungstheorie ist eine relativ junge mathematische Disziplin, die sich mit dem Problem beschäftigt, wie man Informationen über einen gestörten Kanal so übertragen kann, dass auch aus einer verfälschten empfangenen Nachricht die ursprüngliche Information korrekt abgeleitet werden kann. Dazu "codiert" man die zu übertragende Information in längere Codewörter, die - falls nicht zu viele Fehler auftreten - aus der empfangenen Nachricht eindeutig rekonstruiert werden können. Die Vorlesung gibt eine Einführung in dieses Gebiet, das insbesondere mit Methoden der (linearen) Algebra arbeitet. Abgesehen von der theoretischen Untersuchung der Existenz "guter" Codes werden auch konstruktive Fragen, z.B. nach Verfahren für die explizite Codierung zw. Decodierung bestimmter Codes und Anwendungen, insbesondere Prüzziffersysteme, behandelt.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Algebra ist ein klassisches Kerngebiet der Reinen Mathematik. Die Studenten sollen an einem konkreten Beispiel erkennen, dass auch dieser Teil der Mathematik praktisch relevante Anwendungen hat.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std. 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlegende Kenntnisse in Lineare Algebra		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Moduleile</b>
<p><b>Modulteil: Einführung in die Codierungstheorie</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 3.0</p>
<b>Lernziele:</b> Die Algebra ist ein klassisches Kerngebiet der Reinen Mathematik. Die Studenten sollen an einem konkreten Beispiel erkennen, dass auch dieser Teil der Mathematik praktisch relevante Anwendungen hat.
<b>Inhalte:</b> Die Codierungstheorie ist eine relativ junge mathematische Disziplin, die sich mit dem Problem beschäftigt, wie man Informationen über einen gestörten Kanal so übertragen kann, dass auch aus einer verfälschten empfangenen Nachricht die ursprüngliche Information korrekt abgeleitet werden kann. Dazu "codiert" man die zu übertragende Information in längere Codewörter, die - falls nicht zu viele Fehler auftreten - aus der empfangenen Nachricht eindeutig rekonstruiert werden können. Die Vorlesung gibt eine Einführung in dieses Gebiet, das insbesondere mit Methoden der (linearen) Algebra arbeitet. Abgesehen von der theoretischen Untersuchung der Existenz "guter" Codes werden auch konstruktive Fragen, z.B. nach Verfahren für die explizite Codierung zw. Decodierung bestimmter Codes und Anwendungen, insbesondere Prüzziffersysteme, behandelt. Voraussetzungen: Grundlegende Kenntnisse in Lineare Algebra

**Literatur:**

Jakobs, K., Jungnickel, D.: Introduction to combinatorics (Einführung in die Kombinatorik)(2. völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage). Walter de Gruyter Lehrbuch, Berlin, 2004.

**Prüfung**

**Einführung in die Codierungstheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-1860: Einführung in die Projektive Geometrie</b> <i>Introduction to Projective Geometry</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger		
<b>Inhalte:</b> Die Projektive Geometrie ist eines der klassischen Teilgebiete der Reinen Mathematik. Dieses Gebiet ist ursprünglich aus Fragen der Perspektive entstanden und kann heutzutage kurz als "Lineare Algebra vom geometrischen Standpunkt aus gesehen" bezeichnet werden. Alle notwendigen geometrischen Begriffe werden in der Vorlesung entwickelt werden. Neben den klassischen Fragestellungen (Einführung von Koordinaten, Kollineationen, Projektivitäten, Kegelschnitte und Quadriken...) sollen insbesondere die endlichen projektiven Räume behandelt werden. Diese Strukturen haben durch Bezüge zu Designs, Codes und Kryptosystemen neuerdings auch eine gewisse Bedeutung in den Anwendungen erlangt. Einige derartige Aspekte sollen ebenfalls angesprochen werden.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Erkenntnis der engen Verflechtung von Algebra und Geometrie; Mathematische Allgemeinbildung (Einblick in eines der klassischen Gebiete der Mathematik, das derzeit im Studium fast immer zu kurz kommt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Modul Lineare Algebra I (MTH-1000) - empfohlen Modul Lineare Algebra II (MTH-1010) - empfohlen		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Einführung in die Projektive Geometrie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 4,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Lernziele:</b> Erkenntnis der engen Verflechtung von Algebra und Geometrie; Mathematische Allgemeinbildung (Einblick in eines der klassischen Gebiete der Mathematik, das derzeit im Studium fast immer zu kurz kommt.

**Inhalte:**

Die Projektive Geometrie ist eines der klassischen Teilgebiete der Reinen Mathematik. Dieses Gebiet ist ursprünglich aus Fragen der Perspektive entstanden und kann heutzutage kurz als "Lineare Algebra vom geometrischen Standpunkt aus gesehen" bezeichnet werden. Alle notwendigen geometrischen Begriffe werden in der Vorlesung entwickelt werden. Neben den klassischen Fragestellungen (Einführung von Koordinaten, Kollineationen, Projektivitäten, Kegelschnitte und Quadriken...) sollen insbesondere die endlichen projektiven Räume behandelt werden. Diese Strukturen haben durch Bezüge zu Designs, Codes und Kryptosystemen neuerdings auch eine gewisse Bedeutung in den Anwendungen erlangt. Einige derartige Aspekte sollen ebenfalls angesprochen werden.

Voraussetzungen: Lineare Algebra I  
Lineare Algebra II

**Literatur:**

Beutelspacher, A., Rosenbaum, U.: Projektive Geometrie. Von den Grundlagen bis zu den Anwendungen. Wiesbaden, 1992.  
Lenz, H.: Vorlesungen über die projektive Geometrie. Leipzig, 1965.

**Prüfung**

**Einführung in die Projektive Geometrie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-1870: Mathematische Eichtheorie</b> <i>Mathematical Gauge Theory</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Entwicklung und Schulung der geometrischen Anschauung bei gleichzeitiger Beherrschung der modernen mathematischen Sprache und Argumentationsweise. Verständnis der grundlegenden Konzepte der Mathematischen Eichtheorie und ihrer Verbindung zur Differentialgeometrie, Topologie und Analysis.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Mathematische Eichtheorie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> <p>Inhalt dieser Vorlesung ist die Differentialgeometrie auf Faserbündeln über glatten Mannigfaltigkeiten. Nach einer Einführung in die grundlegenden Begriffe aus der Lie-Theorie werden Hauptfaserbündel und Vektorbündel behandelt. Anschließend diskutieren wir Zusammenhänge, ihre Krümmung und Holonomie. Im letzten Teil der Vorlesung stellen wir die Rham-Kohomologie und die Chern-Weil-Theorie charakteristischer Klassen vor.</p> <p>Voraussetzungen: Einführung in die Geometrie Topologie</p>
<b>Literatur:</b> Baum, Helga: Eichfeldtheorie. Springer. Conlon, Lawrence: Differentiable Manifolds. Birkhäuser.

<b>Prüfung</b> <b>Mathematische Eichtheorie</b> Modulprüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
---

<b>Modul MTH-1900: Einführung in die Kryptographie</b> <i>Introduction to Cryptography</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger		
<b>Inhalte:</b> Die Kryptographie ist dasjenige Teilgebiet der Mathematik, das sich mit der sicheren Übermittlung geheim zu haltender Nachrichten bzw. umgekehrt mit der Analyse verschlüsselter Texte beschäftigt. Derartige Themenbereiche sind von zunehmender wirtschaftlicher Bedeutung (Electronic Banking). Dabei ergeben sich viele interessante Fragestellungen wie z.B. die Möglichkeit von elektronischen Unterschriften und Zeitstempeln sowie Fragen der Authentifikation und Zugangskontrolle. In der Vorlesung soll eine Einführung in die wichtigsten Probleme und Methoden der Kryptographie gegeben werden. Nach einer kurzen historischen Einleitung werden auch einige praktisch verwendete Systeme (DES, AES, RSA-System) behandelt.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Algebra, Zahlentheorie und Kombinatorik sind klassische Kerngebiete der Reinen Mathematik. Die Studenten sollen an einem konkreten Beispiel erkennen, dass auch diese Teile der Mathematik praktisch relevante Anwendungen hat.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Als Voraussetzungen werden lediglich die Grundvorlesungen in Linearer Algebra I und II sowie elementare Wahrscheinlichkeitstheorie benötigt.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Einführung in die Kryptographie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 4,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0		
<b>Inhalte:</b> Die Kryptographie ist dasjenige Teilgebiet der Mathematik, das sich mit der sicheren Übermittlung geheim zu haltender Nachrichten bzw. umgekehrt mit der Analyse verschlüsselter Texte beschäftigt. Derartige Themenbereiche sind von zunehmender wirtschaftlicher Bedeutung (Electronic Banking). Dabei ergeben sich viele interessante Fragestellungen wie z.B. die Möglichkeit von elektronischen Unterschriften und Zeitstempeln sowie Fragen der Authentifikation und Zugangskontrolle. In der Vorlesung soll eine Einführung in die wichtigsten Probleme und Methoden der Kryptographie gegeben werden. Nach einer kurzen historischen Einleitung werden auch einige praktisch verwendete Systeme (DES, AES, RSA-System) behandelt. Voraussetzungen: Als Voraussetzungen werden lediglich die Grundvorlesungen in Linearer Algebra I und II sowie elementare Wahrscheinlichkeitstheorie benötigt. Auch wenn es sich um keine Pflichtvorlesung handelt, ist die Vorlesung insbesondere auch den Studenten der Wirtschaftsmathematik sehr zu empfehlen.		
<b>Literatur:</b> Stinson, D.: Cryptography: Theory and Practice (Discrete Mathematics and its Applications).		

**Prüfung**

**Einführung in die Kryptographie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2010: Numerik Stochastischer Differentialgleichungen</b> <i>Numerics of Stochastic Differential Equations</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene der numerischen Behandlung stochastischer Differentialgleichungen, können die zugehörigen Algorithmen implementieren und sind vertraut mit den Grundlagen der stochastischen Analysis. Befähigung zum selbständigen Erarbeiten fortführender Literatur. Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung und Implementierung numerischer Algorithmen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen und angewandten Fragestellungen mithilfe der erlernten Methoden Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, arbeiten mit wissenschaftlichen Rechnern, vertiefete Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von angewandten Fragestellungen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Numerik Stochastischer Differentialgleichungen</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 4,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0		

**Inhalte:**

Dieses Modul führt in die Theorie der numerischen Behandlung stochastischer Differentialgleichungen ein.

Stochastische Differentialgleichungen

Zeitdiskretisierung

Fehlerabschätzungen

Implementierung numerischer Verfahren

Spektrales Galerkinverfahren für stochastische partielle DGL

Voraussetzungen: Die Vorlesung verwendet die grundlegende Theorie stochastischer Differentialgleichungen.

Zwingend notwendig ist ein gutes Grundwissen in der Wahrscheinlichkeitstheorie,

stochastischen Prozessen und der Analysis.

Hilfreich, aber nicht zwingend notwendig, sind Vorkenntnisse

in gewöhnlichen Differentialgleichungen und Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen,

sowie Programmiererfahrung.

**Prüfung**

**Numerik Stochastischer Differentialgleichungen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

<b>Modul MTH-2100: Design Theorie</b> <i>Design Theory</i>		3 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger		
<b>Inhalte:</b> Es handelt sich um eine Einführung in die Design Theorie (Blockpläne) unter Betonung der algebraischen Aspekte (Symmetriegruppen) oder Auflistung von Themen.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Anwendbarkeit algebraischer Denkweisen in einem kombinatorischen Zusammenhang.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 90 Std. 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Gründliche Kenntnis der Linearen Algebra (insbesondere Eigenwerte, Determinanten und symmetrische Bilinearformen). Grundlagen aus der Algebra (Gruppen, Ringe, Körper).		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Design Theorie</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 3.0</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Es handelt sich um eine Einführung in die Design Theorie (Blockpläne) unter Betonung der algebraischen Aspekte (Symmetriegruppen) oder Auflistung von Themen</p> <p>Voraussetzungen: Gründliche Kenntnis der Linearen Algebra (insbesondere Eigenwerte, Determinanten und symmetrische Bilinearformen). Grundlagen aus der Algebra (Gruppen, Ringe, Körper).</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Jacobs K., Jungnickel D., Einführung in die Kombinatorik, 2004, 2. Auflage, Verlag: de Gruyter</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Design Theorie</b></p> <p>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht</p>

<b>Modul MTH-2220: Adaptive Finite Elemente-Verfahren</b> <i>Adaptive Finite Element Methods</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Peterseim		
<b>Inhalte:</b> Diese Vorlesung betrachtet fortgeschrittene Finite-Elemente-Verfahren mit folgenden Inhalten: In dieser Vorlesung werden Theorie und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren betrachtet. Dies beinhaltet die folgenden Themengebiete: 1. Residuenbasierte und hierarchische Fehlerschätzer 2. Effizienz und Zuverlässigkeit von Fehlerschätzern 3. Implementierung adaptiver finiter Elemente mit hängenden Knoten 4. Dual gewichtete Residuen 5. Unstetige Galerkin-Verfahren (discontinuous Galerkin, DG) für Transportprobleme 6. DG-Verfahren für Erhaltungsgleichungen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> In dieser Vorlesung werden Theorie, Anwendung und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren erlernt, mit einem Schwerpunkt auf A-Posteriori-Fehlerschätzer für Finite Elemente-Approximationen partieller Differentialgleichungen sowie nicht-konforme Finite-Elemente-Verfahren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Numerik partieller Differentialgleichungen		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Adaptive Finite Elemente-Verfahren</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 6,00
<b>Lernziele:</b> In dieser Vorlesung werden Theorie, Anwendung und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren erlernt, mit einem Schwerpunkt auf A-Posteriori-Fehlerschätzer für Finite Elemente-Approximationen partieller Differentialgleichungen sowie nicht-konforme Finite-Elemente-Verfahren.
<b>Inhalte:</b> In dieser Vorlesung werden Theorie und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren betrachtet. Dies beinhaltet die folgenden Themengebiete: 1. Residuenbasierte und hierarchische Fehlerschätzer 2. Effizienz und Zuverlässigkeit von Fehlerschätzern 3. Implementierung adaptiver finiter Elemente mit hängenden Knoten 4. Dual gewichtete Residuen 5. Unstetige Galerkin-Verfahren (discontinuous Galerkin, DG) für Transportprobleme 6. DG-Verfahren für Erhaltungsgleichungen

**Literatur:**

R. Verfürth; A Posteriori Error Estimation Techniques for Finite Element Methods. Oxford University Press, Oxford, 2013

J. Hesthaven, T. Warburton; Nodal Discontinuous Galerkin Methods: Algorithms, Analysis, and Applications. Springer, New York, 2008

**Prüfung**

**Adaptive Finite Elemente-Verfahren**

Modulprüfung, Der konkrete Typ der Modulprüfung (Klausur oder mündliche Prüfung oder Portfolio) wird jeweils spätestens eine Woche vor Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben., benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2300: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Funktionalanalysis</b> <i>Selected Topics in Nonlinear Functional Analysis</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu ausgewählten Problemen in der Theorie der nichtlinearen Funktionalanalysis. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung Forschungsliteratur in diesen Gebieten zu lesen und sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Solide Analysiskenntnisse, die die wesentlichen Inhalte der Vorlesungen Analysis 1, 2 und 3 sowie der Funktionalanalysis abdecken.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Funktionalanalysis</b> <b>Lehrformen:</b> kein Typ gewählt <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 4,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Inhalte:</b> Inhaltsübersicht als Auflistung: - Abbildungsgrad - Verzweigungstheorie - Anwendungen Voraussetzungen: Solide Kenntnisse der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung, Funktionalanalysis.
<b>Literatur:</b> Ambrosetti, A., Arcoya D.: An Introduction to Nonlinear Functional Analysis and Elliptic Problems (Birkhäuser 2011), Antman, S.: Nonlinear Problems of Elasticity (Springer 2005), Deimling, K.: Nichtlineare Gleichungen und Abbildungen (Springer 1974) Kielhöfer, H.: Bifurcation Theory (Springer 2004) Nirenberg, L.: Topics in Nonlinear Functional Analysis (AMS 2001)

**Prüfung**

**Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Funktionalanalysis**

Portfolioprüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2330: Ergodentheorie und zufällige Dynamische Systeme</b> <i>Ergodic Theory and Random Dynamical Systems</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16 bis SoSe25) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fritz Colonius		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der Konzepte zur maßtheoretischen Analyse von dynamischen Systemen bis hin zum Multiplikativen Ergodentheorem und seinem Beweis.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Ergodentheorie und zufällige Dynamische Systeme</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 4,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Inhalte:</b> Das Ziel ist der Beweis des Multiplikativen Ergodentheorems (MET) für zufällige dynamische Systeme in diskreter Zeit. Es beschreibt das Stabilitätsverhalten linearer Systeme. Dafür werden Grundlagen aus der Ergodentheorie wie der Birkhoffsche Ergodensatz und der subadditive Ergodensatz sowie einige Hilfsmittel aus der Multilinearen Algebra benötigt. Diese Hilfsmittel werden in der Vorlesung entwickelt und dann zum Beweis des MET verwendet. Voraussetzungen: gute Kenntnis des Lebesgue-Integrals
<b>Literatur:</b> wird in der Vorlesung bekanntgegeben

<b>Prüfung</b> <b>Ergodentheorie und zufällige Dynamische Systeme</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 20 Minuten, benotet
--

<b>Modul MTH-2050: Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik I)</b> <i>Numerical Optimisation Methods for Business Mathematics (Numerical Methods for Business Mathematics I)</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tatjana Stykel		
<b>Inhalte:</b> Numerische Optimierungsverfahren		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der grundlegenden Fragestellungen der linearen und quadratischen Programmierung sowie allgemeiner Minimierungsprobleme inkl. Algorithmik und Konvergenzanalyse; Kenntnisse der einfachsten Verfahren zur Lösung endlichdimensionaler Optimierungsprobleme, insbesondere mit Nebenbedingungen; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Programmierkenntnisse, grundlegende Kenntnisse der Numerik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik I)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester <b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00		
<b>Inhalte:</b> Numerische Verfahren der linearen und nichtlinearen Optimierung, insbesondere Optimierung ohne und mit Nebenbedingungen, quadratische und sequentielle quadratische Optimierung		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> Verständnis der grundlegenden Fragestellungen der linearen und quadratischen Programmierung sowie allgemeiner Minimierungsprobleme inkl. Algorithmik und Konvergenzanalyse; Kenntnisse der einfachsten Verfahren zur Lösung endlichdimensionaler Optimierungsprobleme, insbesondere mit Nebenbedingungen.		

**Prüfung**

**Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik I)**

Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-2060: Numerische Verfahren der Finanzmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik II)</b> <i>Numerical Methods of Financial Mathematics</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter		
<b>Inhalte:</b> Finanzmathematik und zugehörige numerische Verfahren		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der grundlegenden Fragestellungen der Finanzmathematik und der einfachsten numerischen Verfahren zur Lösung der zugrundeliegenden Probleme inkl. Algorithmik und Konvergenzanalyse; Kenntnisse der Grundlagen der Optionspreisbewertung inkl. Black-Scholes-Modell, der Monte-Carlo-Methoden, der stochastischen Differentialgleichungen und deren numerischer Lösung sowie der Finite-Differenzen-Approximationen zur Lösung parabolischer Probleme; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlegende Kenntnisse der Numerik und der Stochastik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester 24/25	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Numerische Verfahren der Finanzmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik II)</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00		
<b>Inhalte:</b> Bewertung von Optionen, insbesondere Grundlagen der Optionsbewertung, Ito-Kalkül, Black-Scholes-Formel und Black-Scholes-Gleichungen, Monte-Carlo-Methoden und Finite-Differenzen-Verfahren		
<b>Prüfung</b> <b>Numerische Verfahren der Finanzmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik II)</b> Modulprüfung, mündliche Einzelprüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht		

<b>Modul MTH-1510: Riemannsche Geometrie</b> <i>Riemannian Geometry</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verbindung von geometrischem Denken mit analytischen Methoden, Verständnis der Zusammenhänge von lokaler und globaler Geometrie		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Riemannsche Geometrie</b></p> <p><b>Sprache:</b> Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6,00</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Wie sieht die Geometrie unseres Raumes aus? Euklidisch? Aber wie sollen wir wissen, ob zwei Parallelen hinter dem nächsten Busch immer noch den gleichen Abstand haben? Wie sollen wir die Geometrie im Großen, gar im Weltall, beurteilen, wo wir uns doch kaum weg von unserem Fleck Erde rühren können? Die Riemannsche Geometrie stellt einen Begriff vor, der flexibel genug ist, um eine Geometrie zu beschreiben, die lokal euklidisch aussieht, über deren globale Struktur wir aber vielleicht keine Kenntnis haben. Das Unterscheidungsmerkmal zur euklidischen Geometrie ist die Krümmung, der wichtigste Begriff dieser Theorie. Wir werden diese Geometrie im Kleinen und im Großen untersuchen. Naturgemäß werden wir dabei auch die Grundlagen von Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie behandeln, in der die Geometrie von Raum und Zeit mit der Massenverteilung im Weltall gekoppelt wird.</p> <p>Untermannigfaltigkeiten des euklidischen Raums Kovariante Ableitung (Levi-Civita-Ableitung) Krümmung Allgemeine Relativitätstheorie Geodäten im Kleinen und Großen Vollständigkeit Rolle der Krümmung für die Topologie Voraussetzungen: Einführung in die Geometrie</p>

**Literatur:**

J.-H. Eschenburg, J. Jost: Differentialgeometrie und Minimalflächen. Springer, 2007.

W. Kühnel: Differentialgeometrie. Vieweg, 1999.

S.Gallot, D.Hulin, J.Lafontaine: Riemannian Geometry. Springer, 1990.

J. Jost: Riemannian Geometry and Geometric Analysis. Springer, 2008.

M. Do Carmo: Riemannian Geometry. Birkhäuser, 1992.

D.Gromoll, W.Klingenberg, W.Meyer: Riemannsche Geometrie im Großen. Springer LN 55, 1975.

**Prüfung**

**Riemannsche Geometrie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-1520: Differentialtopologie</b> <i>Differential Topology</i>		9 ECTS/LP
Version 1.7.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Entwicklung und Schulung der geometrischen Anschauung bei gleichzeitiger Beherrschung der modernen mathematischen Sprache und Argumentationsweise. Verständnis der grundlegenden Konzepte der Differentialtopologie. Erarbeitung von Grundwissen für Spezialvorlesungen in Geometrie und Topologie.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Differentialtopologie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Diese Vorlesung widmet sich der Theorie differenzierbarer Mannigfaltigkeiten vom Standpunkt der Analysis und Topologie. Der behandelte Stoff ist fundamental für ein vertieftes Verständnis der Differentialgeometrie und globalen Analysis. Differenzierbare Mannigfaltigkeiten Tangentialraum Flüsse Blätterungen Faserbündel Transversalität de Rham-Kohomologie Chern-Weil-Theorie exotische Sphären H-Cobordism Theorem Voraussetzungen: Einführung in die Geometrie
<b>Literatur:</b> R. Bott, L. Tu: Differential Forms in Algebraic Topology. GTM Springer. L. Conlon: Differentiable Manifolds - A First Course. Birkhäuser. M. Hirsch: Differential Topology. GTM Springer. J. Milnor: Topology from the Differentiable Viewpoint. Princeton University Press. J. Milnor: Lectures on the H-Cobordism Theorem. Princeton University Press.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Differential Topology** (Vorlesung + Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Basics of manifolds and vector bundles. Vector fields, differential forms. Basics of Lie groups. Submersions, immersions. Chern-Weil theory of characteristic classes.

**Prüfung**

**Differentialtopologie**

Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-1540: Variationsrechnung</b> <i>Calculus of Variations</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Student(inn)en kennen klassische Herangehensweisen sowie moderne Zugänge zu Problemen der Variationsrechnung. Sie sind in der Lage, theoretische Modelle naturwissenschaftlicher Probleme in einfachen Fällen selbst zu formulieren, solche Modelle aber auch in komplexen Situationen zu verstehen und problemorientiert zu analysieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Solide Analysiskenntnisse, die die wesentlichen Inhalte der Vorlesungen Analysis 1, 2 und 3 sowie der Funktionalanalysis abdecken.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Variationsrechnung</b> <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> klassische Probleme der Variationsrechnung, Euler-Lagrange-Gleichungen, Funktionenraeume, (semi-)konvexe Analysis, direkte Methode der Variationsrechnung, Anwendungen Voraussetzungen: Solide Kenntnisse der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung sowie der Grundlagen der Funktionalanalysis.
<b>Literatur:</b> Dacorogna: Direct Methods in the Calculus of Variations. Springer.

<b>Prüfung</b> <b>Variationsrechnung</b> Portfolioprüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester nicht
--

<b>Modul MTH-1550: Nichtlineare partielle Differentialgleichungen</b> <i>Nonlinear Partial Differential Equations</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu ausgewählten Beispielklassen in der Theorie der partiellen Differentialgleichungen. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung Forschungsliteratur in diesen Gebieten zu lesen und sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Solide Analysiskenntnisse, die die wesentlichen Inhalte der Vorlesungen Analysis 1, 2 und 3 sowie der Funktionalanalysis abdecken. Es wird dringend empfohlen, eine einführende Veranstaltung zu partiellen Differentialgleichungen gehört zu haben.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen</b> <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>Arbeitsaufwand:</b> 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Ausgewählte Aspekte der Theorie der Nichtlinearen Partiellen Differentialgleichungen  Voraussetzungen: Solide Kenntnisse der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung, Funktionalanalysis sowie der schwachen Lösungstheorie linearer elliptischer Gleichungen.
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Gilbarg, D., Trudinger, N.S.: Elliptic Partial Differential Equations of Second Order (Springer, 1977)</li> <li>* Giusti, E.: Direct Methods in the Calculus of Variations (World Scientific Publishing, 2003)</li> <li>* Giaquinta, M., Martinazzi, L.: An Introduction to the Regularity Theory for Elliptic Systems, Harmonic Maps and Minimal Graphs (Edizioni della Normale, 2012,</li> <li>* Evans, L.C.: Partial Differential Equations (AMS, 1998),</li> <li>* Renardy, M., Rogers, R.C.: An Introduction to Partial Differential Equations (Springer, 1993),</li> <li>* Schweizer, B.: Partielle Differentialgleichungen (Springer, 2013)</li> </ul>

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Nichtlineare partielle Differentialgleichungen: Mathematische Methoden für die Navier-Stokes-Gleichungen**  
(Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

In dieser Vorlesung werden zentrale mathematische Grundlagen aus den Bereichen der Funktionenräume und der Funktionalanalysis vermittelt, die für das Verständnis und die Behandlung partieller Differentialgleichungen in der Strömungsmechanik von entscheidender Bedeutung sind. Darüber hinaus werden Aussagen zur Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen der stationären Stokes- und Navier-Stokes- Gleichungen bewiesen. Dabei finden verschiedene Randbedingungen und es werden Regularitätseigenschaften der Lösungen analysiert

**Prüfung**

**Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 25 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-1560: Stochastische Differentialgleichungen</b> <i>Stochastic Differential Equations</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene der stochastischen Analysis insbesondere der stochastischen Differentialgleichungen. Befähigung zum selbständigen Erarbeiten fortführender Literatur für Anwendungen im Bereich Finanzmathematik und stochastischer Dynamik, Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten Methoden Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken, vertiefte Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Moduleile</b>
<b>Moduleil: Stochastische Differentialgleichungen</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Dirk Blömker <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00

**Inhalte:**

Dieses Modul führt in die Theorie der stochastischen Differentialgleichungen ein.

Ito-Formel

Ito-Isometrie

Ito-Integral

Martingale

Brownsche Bewegung

Existenz-und Eindeigkeitssatz

Diffusionsprozesse

partielle Differentialgleichungen

Black-Scholes Formel

Optionspreisbewertung

Voraussetzungen: Notwendig ist ein gutes Grundwissen in der Wahrscheinlichkeitstheorie und der Analysis.

Hilfreich, aber nicht zwingend notwendig, sind Vorkenntnisse in gewöhnlichen Differentialgleichungen und stochastischen Prozessen.

**Literatur:**

Oksendal: Stochastic Differential Equations. Springer.

Karatzas Shreve: Brownian Motion and Stochastic Calculus. Springer.

Evans: An Introduction to Stochastic Differential Equations.

Steele: Stochastic Calculus and Financial Applications. Springer.

**Prüfung**

**Stochastische Differentialgleichungen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-1570: Dynamische Systeme</b> <i>Dynamical Systems</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulteil Lehrveranstaltung		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene im Bereich Dynamischer Systeme. Befähigung zum selbständigen Erarbeiten fortführender Literatur, Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten Methoden Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken, vertiefete Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Gute Kenntnisse in Linearer Algebra und Analysis. Grundkenntnisse in Funktionalanalysis und Differentialgleichungen sind hilfreich		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Dynamische Systeme</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> unter anderem: dynamische Systeme (zufällig und nicht-autonom), Attraktoren, Halbflüsse, Markov Halbgruppen, invariante Maße, iterierte Abbildungen, Chaos
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Dynamische Systeme</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>

**Prüfung**

**Dynamische Systeme**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-1590: Numerik partieller Differentialgleichungen</b> <i>Numerical Analysis of Partial Differential Equations</i>		9 ECTS/LP
Version 1.1.1 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Peterseim		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständnis der Finite-Differenzen-Methode sowie der Ideen der Finite-Elemente-Methode im allgemeinen und Konstruktion der Lagrange-Elemente bzgl. simplizialen Triangulierungen und a posteriori Fehlerschätzung für elliptische Probleme im speziellen; Konvergenzaussagen, Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Methoden, auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Empfohlen: Analysis (insb. Funktionalanalysis), Einführung in die Numerik, Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Numerik partieller Differentialgleichungen</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Malte Peter <b>Sprache:</b> Englisch / alle Sprachen <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Es werden die Grundlagen der Standardmethoden zur numerischen Lösung partieller Differentialgleichungen behandelt.  Finite-Differenzen-Methode auf rechteckigen und nicht rechteckigen Gebieten Finite-Elemente-Methode inkl. Triangulierung Lagrange-Elemente Adaptivität für elliptische Probleme
<b>Literatur:</b> Grossmann, C., Ross, H.-G.: Numerische Behandlung partieller Differentialgleichungen. Teubner, 2005 . Hackbusch: Theorie und Numerik elliptischer Differentialgleichungen. Springer. 2010
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Numerik partieller Differentialgleichungen</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>

Partial differential equations (PDEs) describe processes in continua, such as wave propagation, diffusion, and advection. They are used to construct models of the most basic theories underlying physics and engineering. However, in many interesting cases, PDEs are difficult to solve analytically and have to be approximated numerically. The course gives an introduction to some classes of PDEs and the corresponding finite element type methods for their numerical simulation. Among the target applications are heat conduction, viscous fluid flow and acoustic scattering. Depending on the particular problem, the lecture will discuss the algorithms and the mathematics that underlie the numerical methods as well as their practical implementation.

**Prüfung**

**Numerik partieller Differentialgleichungen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

nur im WiSe

<b>Modul MTH-1600: Multiskalenmethoden</b> <i>Multiscale Methods</i>		9 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Tieferes Verständnis der Finite-Elemente-Methode in ihren wichtigsten Ausprägungen; Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Methoden, auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Verständnis der Mehrskalenproblematik sowie grundlegender Lösungsansätze; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Multiskalenmethoden</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>Arbeitsaufwand:</b> 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) <b>SWS:</b> 6,00		
<b>Inhalte:</b> Aufbauend auf grundlegende Inhalte der Module Numerik partieller Differentialgleichungen bzw. Methoden der finiten Elemente werden weiterführende Aspekte der Finite-Elemente-Methode behandelt, insbesondere im Hinblick auf Multiskalenprobleme. Finite-Elemente-Methode und parabolische Gleichungen Discontinuous Galerkin Method Einführung in Multiskalenprobleme Multiskalen-Finite-Elemente-Methode Voraussetzungen: Es wird empfohlen, die mit dem erfolgreichen Absolvieren einer der Module "Numerik partieller Differentialgleichungen" oder "Finite Elemente Methoden" einhergehenden Kompetenzen erworben zu haben.		
<b>Literatur:</b> C. Grossmann, H.-G. Roos: Numerische Behandlung partieller Differentialgleichungen. Teubner. Y. Efendiev, T. Y. Hou: Multiscale Finite Element Methods. Springer.		

**Prüfung**

**Multiskalenmethoden**

Modulprüfung, mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

<b>Modul MTH-1610: Mathematische Modellierung</b> <i>Mathematical Modelling</i>		9 ECTS/LP
Version 1.1.1 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Verständis der Abbildung realer Prozesse in mathematische Strukturen; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

**Modulteile****Modulteil: Mathematische Modellierung****Lehrformen:** Vorlesung + Übung**Sprache:** Englisch / alle Sprachen**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig**SWS:** 6,00**Prüfung****Mathematische Modellierung**

Portfolioprüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul MTH-1620: Kombinatorische Optimierung (Optimierung III)</b> <i>Combinatorial Optimisation (Optimisation III)</i>		9 ECTS/LP
Version 3.0.0 (seit SoSe21) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Mirjam Dür		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 2 Std. Übung (Präsenzstudium) 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Modul Einführung in die Optimierung (Optimierung I) (MTH-1140) - empfohlen Modul Nichtlineare und kombinatorische Optimierung (Optimierung II) (MTH-1200) - empfohlen		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Kombinatorische Optimierung (Optimierung III)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> In dieser Vorlesung geht es um folgende Themen der diskreten Optimierung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexität und Algorithmen</li> <li>• Matchings</li> <li>• Flüsse und Netzwerke</li> <li>• Kostenminimale Flüsse</li> <li>• Approximationsalgorithmen</li> </ul>
<b>Prüfung</b> <b>Kombinatorische Optimierung (Optimierung III)</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> nur im SoSe

<b>Modul MTH-1670: Stochastische Prozesse (Stochastik IV)</b> <i>Stochastic Processes</i>		9 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Großkinsky		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden sollen die nötigen mathematischen Konzepte zur Beschreibung zufälliger, zeitabhängiger Prozesse verstehen und mit ihnen umgehen können. Darüber hinaus sollen sie wichtige Beweiskonzepte und Konstruktionen aus dem Bereich der stochastischen Prozesse beherrschen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std. 4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 2 Std. Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Lineare Algebra I Analysis I Analysis II Einführung in die Stochastik (Stochastik I) Einführung in die mathematische Statistik (Stochastik II)		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Stochastische Prozesse (Heydenreich)</b> <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Markus Heydenreich <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Es werden folgende Kernthemen behandelt: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Strenge Einführung des Begriffs "Stochastischer Prozess" und "Stochastisches Feld" mit Beispielen.</li> <li>2. Pfadigenschaften der Stochastischen Prozesse.</li> <li>3. Gaußsche Prozesse, Lévy-Prozesse.</li> <li>4. Brownsche Bewegung und ihre Eigenschaften.</li> <li>5. Poisson-Prozess.</li> <li>6. Irrfahrten und Konvergenz gegen Brownsche Bewegung.</li> </ol>
<b>Literatur:</b> Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

**Modulteil: Stochastische Prozesse (Großkinsky)**

**Dozenten:** Prof. Dr. Stefan Großkinsky

**Sprache:** Englisch / Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** alle 4 Semester

**Arbeitsaufwand:**

4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)

2 Std. Übung (Präsenzstudium)

**SWS:** 6,00

**Inhalte:**

- Prozesse in diskreter Zeit: Markov Ketten, Gaußsche Prozesse, Martingale
- Konstruktion stochastischer Prozesse nach Kolmogorov und Pfadigenschaften
- Erneuerungsprozesse, Poisson Prozess, Markov Ketten in stetiger Zeit
- Diffusionsprozesse, Brownsche Bewegung
- Sprungprozesse, Lévy Prozesse

**Literatur:**

Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

**Prüfung**

**Stochastische Prozesse (Stochastik IV)**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

nur im SoSe

<b>Modul MTH-2250: Symplectic Geometry</b> <i>Symplectic Geometry</i>		9 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Learning about techniques of symplectic geometry and their applications in the theory of classical mechanical systems.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 270 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung.
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Symplectic Geometry and Hamiltonian Dynamics</b> <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> This course is an introduction to symplectic techniques in the theory of Hamiltonian systems. It covers the following topics: Hamilton's equations, symplectic manifolds, symmetries and Noether's theorem, symplectic reduction, rigid bodies, integrable systems, stability and the KAM theorem, chaos, applications to celestial mechanics, fluid dynamics, and quantum mechanics. Voraussetzungen: Basic differential geometry (manifolds, differential forms)
<b>Literatur:</b> V.I.Arnold, Mathematical Methods of Classical Mechanics (Springer) H.Hofer and E.Zehnder, Symplectic Invariants and Hamiltonian Dynamics (Birkhaeuser)
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Symplectic Geometry</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> The following topics are covered in the lecture: - Newtonian mechanics - Lagrangian mechanics - Hamiltonian mechanics - Geodesics of left-invariant metrics on Lie groups - Linear symplectic geometry - Symplectic manifolds - Constructing symplectic manifolds - Hamiltonian systems on symplectic manifolds - Poisson manifolds - Coadjoint orbits

<b>Prüfung</b> <b>Symplectic Geometry and Hamiltonian Dynamics</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> in diesem Semester
---

<b>Modul WIW-5006: Computational Macroeconomics</b> <i>Computational Macroeconomics</i>		6 ECTS/LP
Version 6.0.0 (seit WS24/25) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Görtz		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <b>Subject-related Competencies:</b> After completing this module successfully, students understand fundamental dynamic models of macroeconomics. They know which topics on determinants of economic growth, on the causes of business cycles and on the distribution of income and wealth can be analyzed with these models. They understand the importance of the Lucas critique for the construction of macroeconomic models.  <b>Methodological Competencies:</b> The students know how to build elementary dynamic stochastic general equilibrium models. They know how to solve and simulate the models with adequate computer programs, and they understand how to interpret the results from an economic perspective.  <b>Interdisciplinary Competences and Key Competencies:</b> The students know how to analyze effects of economic policies with tools that are consistent with the Lucas critique.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 35 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 33 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 40 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Knowledge of the AS-AD-model.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Computational Macroeconomics (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 4,00
<b>Literatur:</b> Acemoglu, D., Introduction to Modern Economic Growth, Princeton University Press, Princeton 2009. Galí, J., Monetary Policy, Inflation, and the Business Cycle, Princeton University Press, Princeton und Oxford 2008. Heer, B. und A. Maußner, Dynamic General Equilibrium Modeling, 2nd Ed., Springer: Berlin 2009. Ljungqvist, L. und Th. J. Sargent, Recursive Macroeconomics, 2nd Ed., MIT Press, Cambridge MA und London 2004. McCandless, G., The ABCs of RBCs, Harvard University Press, Cambridge, MA und London 2008. Stachurski, J., Economic Dynamics, Theory and Computation, MIT Press, Cambridge, MA und London 2009.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b>

**Makroökonomik / Computational Macroeconomics** (Vorlesung + Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

1. Empirical Properties of Business Cycles 2. The Ramsey Model in Discrete Time 3. Endogenous Labor Supply 4. The Basic RBC Model 5. Critique and Extensions 6. Introduction to New Keynesian Macroeconomics 7. The Basic New Keynesian Model

**Modulteil: Computational Macroeconomics (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Makroökonomik / Computational Macroeconomics** (Vorlesung + Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

1. Empirical Properties of Business Cycles 2. The Ramsey Model in Discrete Time 3. Endogenous Labor Supply 4. The Basic RBC Model 5. Critique and Extensions 6. Introduction to New Keynesian Macroeconomics 7. The Basic New Keynesian Model

**Prüfung**

**Computational Macroeconomics**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

<b>Modul WIW-5072: Supply Chain Management I</b> <i>Supply Chain Management I</i>		6 ECTS/LP
Version 4.5.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Axel Tuma		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach einer erfolgreichen Teilnahme besitzen die Studierenden fundierte Kenntnisse des Supply Chain Managements (SCM). Sie verstehen inwieweit verschiedene Entscheidungen des SCM die Wettbewerbsfähigkeit produzierender Unternehmen beeinflussen und können verschiedene Methoden zur Entscheidungsfindung anwenden. Durch die Anwendung allgemeingültiger und problemspezifischer Planungs- und Entscheidungsprozesse und -methoden sind die Studierenden einerseits in der Lage die Planungsaufgaben Supply Chain Netzwerkplanung, Strukturierung der Produktionspotentiale und Bestandsmanagement zu analysieren und zu strukturieren, andererseits besitzen sie Kenntnisse über verschiedene Methoden des Operations Research zur Bewältigung dieser Aufgaben. Durch die tiefgreifende Betrachtung der komplexen Interdependenzen zwischen den Planungsaufgaben und deren Einflussfaktoren sowie die vielfältigen erlernten Methoden, erlangen die Studierenden die Fähigkeit auf zukünftige, immer komplexer werdende Anforderungen in der betrieblichen Praxis flexibel und effizient zu reagieren und diese Herausforderungen auch als Chance zu begreifen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 32 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 46 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlegende Kenntnisse aus den Bereichen Produktion und Logistik. Weiterführende Kenntnisse des Operations Research und insbesondere der mathematischen Optimierung (u.a. Lineare Programmierung).		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Supply Chain Management I (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Literatur:</b> Chopra, S; Meindl P. (2010): Supply Chain Management, Fourth Edition, New Jersey: Pearson Education. Christopher, Martin (2005): Logistics and supply chain management, creating value-adding networks. 3rd ed., Harlow: Financial Times Prantice Hall Keeney, Ralph L.; Meyer, Richard F.; Raiffa, Howard (1993): Decisions with multiple objectives. Preferences and value tradeoffs. Cambridge: Cambridge University Press. Pidd, Michael (2009): Tools for thinking. Modelling in management science. 3rd ed. Chichester: Wiley. Stadtler, H.; Kilger, C. (Editors): Supply Chain Management and Advanced Planning, Fourth Edition, Springer, 2008.		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b>		

**Supply Chain Management 1 (Vorlesung + Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Supply Chain Management (SCM) ist vor allem auf Grund seiner hohen Rationalisierungspotentiale seit einigen Jahren in Theorie und Praxis allgegenwärtig. Führende internationale Konzerne, wie zum Beispiel IBM oder Wal Mart, setzen auf dieses Managementkonzept. Supply Chain Management, welches auf dem Konzept der Wertschöpfungskette (Value Chain) von Michael E. Porter beruht, basiert auf einer grundsätzlich integrativen Betrachtung aller Aktivitäten innerhalb eines Unternehmens und zwischen mehreren Unternehmen. In der Vorlesung Supply Chain Management 1 - Management von Produktionsnetzwerken werden zunächst die Grundlagen des SCM erläutert. Nach einer Einführung in allgemeine Konzepte zu Planung und Entscheidung im Unternehmen werden diese auf die strategische Planung eines Produktionsnetzwerks und der einzelnen Produktionsstandorte angewendet. Mit Bezug zu diesen Problemstellungen stehen die Analyse, Strukturierung und Modellierung von Planungsproblemen und das Lösen dieser mit geeignete... (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: Supply Chain Management I (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Supply Chain Management 1 (Vorlesung + Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Supply Chain Management (SCM) ist vor allem auf Grund seiner hohen Rationalisierungspotentiale seit einigen Jahren in Theorie und Praxis allgegenwärtig. Führende internationale Konzerne, wie zum Beispiel IBM oder Wal Mart, setzen auf dieses Managementkonzept. Supply Chain Management, welches auf dem Konzept der Wertschöpfungskette (Value Chain) von Michael E. Porter beruht, basiert auf einer grundsätzlich integrativen Betrachtung aller Aktivitäten innerhalb eines Unternehmens und zwischen mehreren Unternehmen. In der Vorlesung Supply Chain Management 1 - Management von Produktionsnetzwerken werden zunächst die Grundlagen des SCM erläutert. Nach einer Einführung in allgemeine Konzepte zu Planung und Entscheidung im Unternehmen werden diese auf die strategische Planung eines Produktionsnetzwerks und der einzelnen Produktionsstandorte angewendet. Mit Bezug zu diesen Problemstellungen stehen die Analyse, Strukturierung und Modellierung von Planungsproblemen und das Lösen dieser mit geeignete... (weiter siehe Digicampus)

**Prüfung**

**Supply Chain Management I**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-5138: Advanced Services Marketing</b> <i>Advanced Services Marketing</i>		6 ECTS/LP
Version 4.3.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Paul		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> After the successful participation in this module, students are able to understand important concepts, theories, and methods of services marketing. In particular, they understand the management of people involved in service delivery (i.e., frontline employees and customers) and experimentation in services marketing. Students apply the concepts and theories to reflect and discuss case studies and research findings, generate ideas for research, and develop experimental research designs. They can apply their knowledge on research designs to any topic where experimentation is applicable. Overall, students are able to critically analyze and evaluate phenomena at the service employee-customer interface and to create solutions for business and research problems in a largely autonomous way. They are able to exchange their ideas with experts and others on an academic level.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 26 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 84 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 16 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 12 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Basic methodological skills and basic knowledge of marketing (e.g., descriptive and inductive statistics, ANOVA, regression analysis, marketing research, services marketing).		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Passing the module examination
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Advanced Services Marketing (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Literatur:</b> Bordoloi, Sanjeev, James A. Fitzsimmons, and Mona J. Fitzsimmons (2019), Service Management: Operations, Strategy, and Information Technology, 9th ed., NY: McGraw-Hill. Shadish, William R., Thomas D. Cook, and Donald T. Campbell (2002), Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference, 1st ed., Boston: Houghton Mifflin. Zeithaml, Valerie M., Mary Jo Bitner, and Dwayne D. Gremler (2020), Services Marketing - Integrating Customer Focus across the Firm, 4th ed., London: McGraw-Hill.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Advanced Services Marketing</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> - Introduction to services marketing - Experimentation in services marketing - Managing employees I: Importance of employees in service delivery - Managing employees II: Organizational-level determinants (e.g., service climate)

- Managing employees III: Team-level determinants (e.g., leadership) - Managing employees IV: Employee-level determinants (e.g., emotional display & labor) - Managing employees V: Measuring employee performance
- Managing customers I: Importance of customers in service delivery - Managing customers II: Integration of customers in service delivery - Managing customers III: Customer and organizational outcomes

**Modulteil: Advanced Services Marketing (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Advanced Services Marketing** (Vorlesung + Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

- Introduction to services marketing - Experimentation in services marketing - Managing employees I: Importance of employees in service delivery - Managing employees II: Organizational-level determinants (e.g., service climate)
- Managing employees III: Team-level determinants (e.g., leadership) - Managing employees IV: Employee-level determinants (e.g., emotional display & labor) - Managing employees V: Measuring employee performance
- Managing customers I: Importance of customers in service delivery - Managing customers II: Integration of customers in service delivery - Managing customers III: Customer and organizational outcomes

**Prüfung**

**Advanced Services Marketing**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-5163: Finanzwissenschaftliche Steuerlehre</b> <i>Public Economics: Taxation</i>		6 ECTS/LP
Version 3.1.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Burkhard Heer		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, die Einnahmenpolitik des Staates und seine Auswirkungen auf Effizienz, Allokation und Wohlfahrt zu beschreiben. Sie verstehen, wie fiskalische Maßnahmen das Verhalten der Haushalte und Unternehmen beeinflussen. Die in der Veranstaltung entwickelten theoretischen Modelle können die Studierenden kritisch beurteilen, sie gemäß den jeweils getroffenen Modellannahmen richtig anwenden und mittels ihnen auch steuerpolitische Maßnahmen eigenständig analysieren und hinsichtlich ihre dynamischen und intra- sowie intertemporalen Effekte bewerten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 48 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 50 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Mikroökonomik, insb. die Konsumententheorie (Indirekte Nutzenfunktion, Ausgabenfunktion, Dualität, Slutsky-Zerlegung)  Grundkenntnisse Analysis (Partielle und totale Differentiation, Optimierung unter Nebenbedingung, Enveloppen-Theorem)  Makroökonomik, insb. das Ramsey-Modell		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Finanzwissenschaftliche Steuerlehre (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 3,00
<b>Literatur:</b> Keuschnigg, C., 2005, Öffentliche Finanzen: Einnahmenpolitik, Mohr Siebeck. Rosen, H., and T. Gayer, 2009, Public Finance, 9e, Irwin/McGraw Hill. Stiglitz, J., 2000, Economics of the Public Sector, W.W. Norton. Varian, H., 2010, Intermediate Microeconomics, 8th ed., W.W. Norton. Heer, B., Public Economics – A Macroeconomic Perspective, Skript, mimeo. Hindriks, J., Myles, G.D., 2006, Intermediate Public Economics, MIT Press.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Finanzwissenschaftliche Steuerlehre (Vorlesung)</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>

1. Grundlegende Konzepte der Steuerlehre 2. Arbeitsangebot und Lohnsteuer 3. Effiziente Bereitstellung Öffentlicher Güter 4. Güterbesteuerung 5. Ersparnis und Steuern 6. Wachstum und Steuern 7. Staatsverschuldung und Alterssicherung 8. Fiskalpolitik im Allgemeinen Gleichgewicht

**Modulteil: Finanzwissenschaftliche Steuerlehre (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 1,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Finanzwissenschaftliche Steuerlehre (Übung) (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

1. Grundlegende Konzepte der Steuerlehre 2. Arbeitsangebot und Lohnsteuer 3. Effiziente Bereitstellung Öffentlicher Güter 4. Güterbesteuerung 5. Ersparnis und Steuern 6. Wachstum und Steuern 7. Staatsverschuldung und Alterssicherung 8. Fiskalpolitik im Allgemeinen Gleichgewicht

**Prüfung**

**Finanzwissenschaftliche Steuerlehre**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-5177: Controlling</b> <i>Controlling</i>		6 ECTS/LP
Version 2.4.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Jennifer Kunz		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, fortgeschrittene Methoden des Controllings zu verstehen und diese anzuwenden. Darüber hinaus erhalten sie Einblicke in das nachhaltigkeitsorientierte Controlling und das Projektcontrolling. Ferner sind die Studierenden in der Lage unterschiedliche Aspekte ethischer Unternehmensführung zu analysieren. Neben einer praxisorientierten Sicht vermittelt die Veranstaltung auch Einblicke in die Controllingforschung.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen</b></p> <p>Studierende lernen durch die erfolgreiche Teilnahme an dieser Veranstaltung die Bezüge zwischen Controlling und anderen Teildisziplinen sowie die in diesem Zusammenhang notwendigen Methoden und Instrumente kennen und diese umzusetzen.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen</b></p> <p>Zentrales Merkmal des Controllings ist seine enge Verzahnung mit anderen betriebswirtschaftlichen Funktionen und seine breite Anwendung in unterschiedlichen Kontexten. Die Studierenden sind nach Abschluss der Veranstaltung befähigt diese Vielfalt zu verstehen und ihre Konsequenzen korrekt zu interpretieren.</p> <p><b>Schlüsselkompetenzen</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage Methoden des Controllings und der ethischen Unternehmensführung zu analysieren.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)</p> <p>28 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>50 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Die Teilnehmer sollten eine Veranstaltung besucht haben, in der die Kosten- und Leistungsrechnung vermittelt wird, sowie eine Veranstaltung, in der sie die Grundlagen des Controllings kennengelernt haben.</p>		
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 4,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	
<p><b>Modulteile</b></p> <p><b>Modulteil: Controlling (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p>		

**Literatur:**

Fischer, T. M., Möller, K. & Schultze, W. (2015). Controlling: Grundlage, Instrumente und Entwicklungsperspektiven, 2. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Jung, H. (2014). Controlling, 4. Auflage. München: Oldenbourg.

Weber, J. & Schäffer, U. (2020). Einführung in das Controlling, 16. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Controlling** (Vorlesung)

Wichtige Information: Da Sie die Möglichkeit haben, im Wintersemester eine Wiederholungsklausur zu schreiben, stellen wir Ihnen hier die Unterlagen aus dem Vorsemester zur Verfügung. Beachten Sie dabei, dass es keinen Vorlesungs- bzw. Übungsbetrieb dazu gibt und das Fragen zur Veranstaltung nicht beantwortet werden können. 1 Grundlagen des Controlling 2 Produktions-Controlling 3 Beschaffungs- und Logistik-Controlling 4 Marketing- und Personal-Controlling 5 Projekt-Controlling 6 Wertorientiertes Controlling 7 CSR und nachhaltigkeitsorientiertes Controlling

**Modulteil: Controlling (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Controlling** (Vorlesung)

Wichtige Information: Da Sie die Möglichkeit haben, im Wintersemester eine Wiederholungsklausur zu schreiben, stellen wir Ihnen hier die Unterlagen aus dem Vorsemester zur Verfügung. Beachten Sie dabei, dass es keinen Vorlesungs- bzw. Übungsbetrieb dazu gibt und das Fragen zur Veranstaltung nicht beantwortet werden können. 1 Grundlagen des Controlling 2 Produktions-Controlling 3 Beschaffungs- und Logistik-Controlling 4 Marketing- und Personal-Controlling 5 Projekt-Controlling 6 Wertorientiertes Controlling 7 CSR und nachhaltigkeitsorientiertes Controlling

**Prüfung**

**Controlling**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Beschreibung:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-5191: Behavioural Controlling</b> <i>Behavioural Controlling</i>		6 ECTS/LP
Version 2.5.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Jennifer Kunz		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, verhaltenswissenschaftliche Theorien und Methoden zu verstehen, kritisch zu evaluieren und auf controllingbezogene Situationen in Unternehmen anzuwenden.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen</b></p> <p>Kern des Controlling ist die Unterstützung von Entscheidungsträgern bei der effizienten und effektiven Steuerung von Unternehmen. Hierzu sind eine effektive Vermittlung von Informationen und die zielführende Gestaltung von Mechanismen der Verhaltenssteuerung von entscheidender Bedeutung. Nach der Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, diesen Anforderungen gerecht zu werden, da sie über fundierte Kenntnisse zu betriebswirtschaftlichen Steuerungskonzepten verfügen und Defizite in menschlichen Entscheidungsprozessen erkennen sowie diese beheben können. Entsprechend sind sie auch in der Lage, solche Konzepte zu entwickeln und zu bewerten.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden entwickeln durch die Diskussion und kritische Betrachtung von Konzepten aus u. a. der Psychologie im Controllingkontext ein interdisziplinäres und kritisches Verständnis und sind in der Lage ihre erworbenen Kenntnisse auf unterschiedlichste Kontexte zu übertragen.</p> <p><b>Schlüsselkompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme durch Diskussionen und einer Vertiefung im Rahmen von Fallstudien, Übungen und Experimenten in der Lage verhaltenswissenschaftliche Probleme zu analysieren.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>50 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)</p> <p>28 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Kenntnisse aus den Veranstaltungen Kostenrechnung und Grundlagen des Controllings</p>		
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 4.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 4,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	
<p><b>Modulteile</b></p> <p><b>Modulteil: Behavioural Controlling (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p>		

**Literatur:**

Birnberg, J. G., (2011). A Proposed Framework for Behavioral Accounting Research. Behavioral Research in Accounting, Jg. 23, 1-43.

Schulz von Thun, F. (2014). Miteinander reden 1: Störungen und Klärungen. Allgemeine Psychologie der Kommunikation, 51. Auflage. Reinbeck: Rowohlt Taschenbuch Verlag.

Weber, J. & Schäffer, U. (2020). Einführung in das Controlling, 16. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Behavioural Controlling** (Vorlesung)

Wichtige Information: Da Sie die Möglichkeit haben, im Wintersemester eine Wiederholungsklausur zu schreiben, stellen wir Ihnen hier die Unterlagen aus dem Vorsemester zur Verfügung. Beachten Sie dabei, dass es keinen Vorlesungs- bzw. Übungsbetrieb dazu gibt und das Fragen zur Veranstaltung nicht beantwortet werden können. 1 Einführung 2 Informationswahrnehmung und -verarbeitung im Controllingkontext 3 Umgang mit Risiken im betrieblichen Kontext 4 Motivation und Anreizsysteme 5 Kommunikation und Konfliktbewältigung im Controllingkontext 6 Experimentelle Forschung

**Modulteil: Behavioural Controlling (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Behavioural Controlling** (Vorlesung)

Wichtige Information: Da Sie die Möglichkeit haben, im Wintersemester eine Wiederholungsklausur zu schreiben, stellen wir Ihnen hier die Unterlagen aus dem Vorsemester zur Verfügung. Beachten Sie dabei, dass es keinen Vorlesungs- bzw. Übungsbetrieb dazu gibt und das Fragen zur Veranstaltung nicht beantwortet werden können. 1 Einführung 2 Informationswahrnehmung und -verarbeitung im Controllingkontext 3 Umgang mit Risiken im betrieblichen Kontext 4 Motivation und Anreizsysteme 5 Kommunikation und Konfliktbewältigung im Controllingkontext 6 Experimentelle Forschung

**Prüfung**

**Behavioural Controlling**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-5223: Decision Optimization</b> <i>Decision Optimization</i>		6 ECTS/LP
Version 1.3.0 (seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Robert Klein		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Unter dem Begriff Decision Optimization wird die Lösung betriebswirtschaftlicher Entscheidungsprobleme durch die Formulierung von Optimierungsmodellen und die Anwendung mathematischer Verfahren zusammengefasst. Nach der erfolgreichen Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage, in Abhängigkeit eines konkreten Entscheidungsproblems geeignete Optimierungsmodelle gezielt und eigenständig zu formulieren. Des Weiteren sind sie imstande, passende Methoden zur Lösung der Modelle zu identifizieren und umzusetzen. In diesem Zuge erwerben sie auch die Fähigkeit, Einsatzmöglichkeiten von Standardsoftware problembezogen zu beurteilen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 63 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 63 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 12 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlegende Kenntnisse in mathematischer Modellierung und linearer/ ganzzahliger Optimierung		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Decision Optimization (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Literatur:</b> Domschke, W.; A. Drexl, R. Klein und A. Scholl (2015): Einführung in Operations Research. 9. Aufl., Springer-Verlag, Berlin. Domschke, W.; A. Drexl, R. Klein, A. Scholl und S. Voß (2015): Übungen und Fallbeispiele zum Operations Research. 8. Aufl., Springer-Verlag, Berlin. Klein, R. und A. Scholl (2011): Planung und Entscheidung - Konzepte, Modelle und Methoden einer modernen betriebswirtschaftlichen Entscheidungsanalyse. 2. Aufl., Vahlen, München.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Decision Optimization (Vorlesung)</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> 1. Modellgestützte Planung I - Statische Optimierungsprobleme 2. Ganzzahlige Optimierung 3. Modellgestützte Planung II - Dynamische Optimierungsprobleme 4. Stochastische dynamische Optimierung

**Modulteil: Decision Optimization (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Decision Optimization (Übung)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Decision Optimization**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-5224: Analytics &amp; Optimization: Methods &amp; Software</b> <i>Analytics &amp; Optimization: Methods &amp; Software</i>		6 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Robert Klein		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage, weiterführende Optimierungsmethoden des zu bearbeitenden Themenbereichs zu verstehen und auf praktische Fragestellungen anzuwenden. Die untersuchten Fragestellungen stammen u. a. aus folgenden Bereichen: Pricing & Revenue Management, Urban Mobility & Logistics und Retail Operations. Durch die Arbeit mit relevanter Fachliteratur und die Umsetzung der Methoden mit Standardsoftware (z. B. Python und Gurobi) sind die Teilnehmer zudem imstande, Verfahren in Bezug auf ihre Anwendungsmöglichkeiten in der Praxis zu beurteilen und anzuwenden. Die abschließende Präsentation versetzt die Studierenden in die Lage, ihre Ergebnisse strukturiert zu erläutern, begründet Stellung zu nehmen und die gezogenen Schlüsse zu diskutieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 42 Std. Seminar (Präsenzstudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 70 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium) 28 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlegende Kenntnisse in mathematischer Modellierung und linearer (ganzzahliger) Optimierung		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<b>Moduleil: Analytics &amp; Optimization: Methods &amp; Software</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 4,00
<b>Literatur:</b> Wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.
<b>Prüfung</b> <b>Analytics &amp; Optimization: Methods &amp; Software</b> Seminararbeit, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester

<b>Modul WIW-5227: Revenue Management</b> <i>Revenue Management</i>		6 ECTS/LP
Version 1.4.0 (seit SoSe18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Robert Klein		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Das Revenue Management repräsentiert ein Konzept zur erlösorientierten Gestaltung von Absatzprozessen, das seine Ursprünge im Luftverkehr hat und zahlreiche Anwendungsfelder in anderen Dienstleistungsbranchen und in der Sachgüterindustrie besitzt.  Nach der erfolgreichen Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, Absatzprozesse im Rahmen des Revenue Managements, aber auch des eng verwandten Dynamic Pricing mathematisch zu erfassen und darauf aufbauend stochastische, dynamische Optimierungsmodelle zur erlösoptimalen Steuerung der Prozesse zu formulieren und zu lösen. Des Weiteren sind sie imstande, fortgeschrittene Modelle (z.B. komplexes Kundenwahlverhalten, Berücksichtigung von Risiko) hinsichtlich ihrer Eignung für spezifische Anwendungssituationen zu beurteilen und ggf. anzuwenden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 63 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 12 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 63 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlegende Kenntnisse in mathematischer Modellierung und linearer Optimierung		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Revenue Management (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Literatur:</b> Klein, R. und C. Steinhardt (2008): Revenue Management- Grundlagen und Mathematische Methoden. Springer, Berlin.  Talluri, K.T. und G.J. van Ryzin (2004): The Theory and Practice of Revenue Management. Springer, New York.  Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.		
<b>Modulteil: Revenue Management (Übung)</b> <b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 2,00		

---

**Prüfung**

**Revenue Management**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-5232: Analytics &amp; Optimization: Applications</b> <i>Analytics &amp; Optimization: Applications</i>		6 ECTS/LP
Version 1.6.0 (seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Robert Klein		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, grundlegende und weiterführende Optimierungsmodelle des zu bearbeitenden Themenbereichs zu verstehen. Die untersuchten Fragestellungen stammen u. a. aus folgenden Bereichen: Pricing & Revenue Management, Urban Mobility & Logistics und Retail Operations. Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, bestehende Publikationen in Bezug auf das eigene Thema zu recherchieren und zu bewerten. Durch die Arbeit mit relevanter Fachliteratur sind die Teilnehmer imstande, Verfahren zur Lösung der betrachteten Modelle zu beurteilen und anzuwenden. Die Anfertigung einer schriftlichen Ausarbeitung sowie die abschließende Präsentation versetzt die Studierenden in die Lage, ihre Ergebnisse strukturiert zu erläutern, begründet Stellung zu nehmen und die gezogenen Schlüsse zu diskutieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 42 Std. Seminar (Präsenzstudium) 70 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 68 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlegende Kenntnisse in mathematischer Modellierung und linearer (ganzzahliger) Optimierung		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Seminararbeit und Präsentation
<b>Angebotshäufigkeit:</b> einmalig WS	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Analytics &amp; Optimization: Applications</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> einmalig SoSe <b>SWS:</b> 4,00
<b>Literatur:</b> Wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.
<b>Prüfung</b> <b>Analytics &amp; Optimization: Applications</b> Präsentation, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> wenn LV angeboten <b>Beschreibung:</b> 45 Minuten Präsentation, 15 Minuten Diskussion, Slidedoc: 25 Folien

<b>Modul WIW-5259: Projekt: Data Science</b> <i>Project Data Science</i>		6 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit SoSe20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Yarema Okhrin		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b></p> <p>Die Veranstaltung hat zum Ziel, Studierende bestmöglich an die Herausforderungen der datengetriebenen Arbeitswelt durch realitätsnahe Projektstudien im Team heranzuführen.</p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul können die Studierenden in wissenschaftlichen Publikationen veröffentlichte quantitative Modelle in ausgewählten Teilaspekten verstehen und kritisch hinterfragen. Sie sind in der Lage, eigenständig Methoden der quantitativen Modellierung u. A. in den Bereichen der Data Science und des Risiko- und Portfoliomanagements auf ausgewählte Fragestellungen einzusetzen. Zudem sind sie in der Lage, empirische Forschungsfragestellungen inhaltlich zu verstehen, zu analysieren und ggf. selbst empirisch nachzuvollziehen. Zudem erlernen die Studierenden das Erstellen eines wissenschaftlichen Vortrags im Team und sind durch erfolgreiche Teilnahme am Projektstudium in der Lage, wissenschaftliche Publikationen zu verstehen und ihre Ergebnisse einem Publikum verständlich zu präsentieren.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b></p> <p>Durch die Arbeit an den Projekten sind Studierende nach erfolgreicher Teilnahme in der Lage, quantitative Methoden zu verstehen, zu hinterfragen und selbst empirisch auf Teilfragestellungen anzuwenden.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden erlernen die Grundsätze wissenschaftlichen Arbeitens durch die kritische Auseinandersetzung mit ausgewählter wissenschaftlicher Literatur. Durch das Verfassen der eigenen Präsentation im Team vertiefen die Studierenden einerseits das eigenständige wissenschaftliche Arbeiten und wenden dieses Wissen bei der kritischen Reflektion der wissenschaftlichen Literatur sowie der Aufbereitung der eigenen Untersuchungsergebnisse erfolgreich an. Zudem stärken die Studierenden durch die Erstellung eines gemeinsamen Projekts Softskills im Bereich der Teamarbeit und sind anschließend in der Lage, die spezifischen Herausforderungen der Arbeit im Team zu verstehen und zu strukturieren.</p>		
<p><b>Bemerkung:</b></p> <p>Die Auswahl zur Veranstaltung erfolgt nach Leistungskriterien. Nähere Informationen dazu und zu den Bewerbungsfristen werden im Internet auf der Website des Lehrstuhls bekannt gegeben.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>48 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)</p> <p>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Voraussetzung für eine erfolgreiche Teilnahme sind je nach Thema mathematische und/oder statistische Kenntnisse, welche in einem Bachelorstudium vermittelt wurden bzw. die Bereitschaft, sich in die einschlägigen Themengebiete einzuarbeiten.</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Bestehen der Modulprüfung</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b></p> <p>1. - 3.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b></p> <p>1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b></p> <p>4,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b></p> <p>siehe PO des Studiengangs</p>	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Projekt: Data Science</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 4,00
<b>Literatur:</b> Themenabhängig einschlägige Aufsätze aus wissenschaftlichen Journals.
<b>Prüfung</b> <b>Projekt: Data Science</b> Mündliche Prüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> wenn LV angeboten <b>Beschreibung:</b> 30 Minuten

<b>Modul WIW-5047: Seminar Finanzmarktökonomie</b> <i>Financial Econometrics (Seminar)</i>		6 ECTS/LP
Version 2.2.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Yarema Okhrin		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul können Studierende Werkzeuge und Methoden anwenden die für die Modellierung von Finanzmarktdaten notwendig sind. Sie sind in der Lage die erlernten Methoden anderen Studierenden zu vermitteln.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b> Die Studierenden sind in der Lage Finanzmarktdaten unter der Berücksichtigung spezifischer Eigenschaften solcher Daten zu modellieren und können fortgeschrittene Methoden der quantitativen Finanzmarktforschung sicher anwenden. So können sie z.B. verschiedene Prognosemodelle für lineare und nichtlineare Zeitreihen anwenden (auch in R) und kennen stilisierte Fakten von Aktienrenditen.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden können die erlernten Methoden in Veranstaltungen mit ökonomischem Bezug anwenden und analysieren (auch in R). Zudem sind sie nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul vertraut mit der wissenschaftlichen Arbeitsweise. Beim Verfassen der schriftlichen Seminararbeit soll auch das schriftliche Ausdrucksvermögen der Studierenden weiterentwickelt und gestärkt werden.</p> <p><b>Schlüsselkompetenzen:</b> Studierende vertiefen ihre Kenntnis im Anfertigen von schriftlichen Arbeiten und sammeln Erfahrung in der Teamarbeit. Zudem sind sie in der Lage, eigenständig wissenschaftliche, englischsprachige Publikationen inhaltlich zu verstehen und empirisch in Teilaspekten nachzuvollziehen.</p>		
<p><b>Bemerkung:</b> Die Anzahl der Seminarplätze ist beschränkt. Eine Auswahl erfolgt nach Leistungskriterien. Nähere Informationen zu den Bewerbungsmodalitäten finden sich auf der Website des Lehrstuhls für Statistik und Data Science.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 42 Std. Seminar (Präsenzstudium) 40 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium) 49 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 49 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b> Voraussetzung für eine erfolgreiche Teilnahme sind die mathematischen und statistischen Kenntnisse, welche in den Veranstaltungen Mathematik I/II und Statistik I/II vermittelt werden. Vorkenntnisse oder zumindest die Bereitschaft sich in die Statistik-Programmiersprache R einzuarbeiten sind elementar für das Seminar.</p>		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Seminar Finanzmarktökonomie</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 4,00
<b>Literatur:</b> McNeil, A., Frey, R. und P. Embrechts, 2005, Quantitative Risk Management. Mills, T. und R. Markellos, 2008, The econometric modelling of financial time series, Cambridge University Press. Schmid, T. und M. Tiede, 2005, Finanzmarktstatistik, Springer. Taylor, S.J., 2005, Asset prices, dynamics, volatility and prediction, Princeton University Press. Tsay, R., 2005, Analysis of Financial Time Series, John Wiley & Sons.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Seminar Finanzmarktökonomie (Seminar)</b> <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i> Es werden Fragestellungen aus folgenden Themenbereichen angeboten: 1. Moderne Aspekte des Risikomanagements 2. Stilisierte Fakten über die Aktienrenditen 3. Modellierung der Abhängigkeiten 4. Simulationen für die Finanzmarktmodelle 5. Stochastische Prozesse in stetiger Zeit 6. Prognosemethoden und Vergleiche
<b>Prüfung</b> <b>Seminar Finanzmarktökonomie</b> Hausarbeit/Seminararbeit, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>Beschreibung:</b> 15 Seiten pro Studierendem (Arbeiten werden in Gruppen von 2-3 Studierenden erstellt)

<b>Modul WIW-5021: Analysis and Valuation Basic I: Unternehmensplanung und -analyse</b> <i>Analysis and Valuation Basic I: Financial Statement Analysis and Business Planning</i>		6 ECTS/LP
Version 4.0.0 (seit SoSe18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Schultze		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach Teilnahme an der Veranstaltung kennen die Studierenden die Analyse von Unternehmen aus Investorensicht. Sie sind in der Lage, Verfahren zur Informationsgewinnung und -auswertung aus dem Jahresabschluss anzuwenden und mit diesen die Vermögens-, Finanz- und Ertragslage eines Unternehmens zu beurteilen. Sie können die Auswirkungen bilanzpolitischer Spielräume analysieren und verstehen die finanzwirtschaftliche, strategische und ertragswirtschaftliche Analyse. Des Weiteren können Studierende eigene Prognosen (Planungsrechnungen) erstellen und verstehen die Verbindung zur Unternehmensbewertung und zu Investitionsentscheidungen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 50 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 48 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Kenntnisse aus Vorlesungen zu Corporate Finance/Investitionsrechnung (Bestimmung von Barwerten, etc.) sowie Kenntnisse aus Bilanzierungs- Vorlesungen (Aufbau von Bilanzen, GuV und Kapitalflussrechnung, sowie deren Zusammenhang).		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> schriftliche Prüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Analysis and Valuation Basic I: Unternehmensplanung und -analyse (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Literatur:</b> Baetge/Kirsch/Thiele (2004): Bilanzanalyse, 2. Auflage, Düsseldorf 2004. Bamberg/Coenberg/Krapp (2019): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, 16. Auflage, München 2019. Coenberg/Haller/Schultze (2024a): Jahresabschluss und Jahresabschlussanalyse, 27. Auflage, Stuttgart 2024. Coenberg/Haller/Schultze (2024b): Jahresabschluss und Jahresabschlussanalyse - Aufgaben und Lösungen, 19. Auflage, Stuttgart 2024. Küting/Weber (2015): Die Bilanzanalyse, 11. Auflage, Stuttgart 2015. Penman (2012): Financial Statement Analysis und Security Valuation, 5. Auflage, New York 2012. Schultze (2003): Methoden der Unternehmensbewertung: Gemeinsamkeiten, Unterschiede, Perspektive, 2. Auflage, Düsseldorf 2003.

**Modulteil: Analysis and Valuation Basic I: Unternehmensplanung und -analyse (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Analysis and Valuation Basic I: Unternehmensplanung und -analyse**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul WIW-5022: Analysis and Valuation Advanced I: Unternehmensbewertung</b> <i>Analysis and Valuation Advanced I: Business Valuation</i>		6 ECTS/LP
Version 3.3.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Schultze		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung kennen die Studierenden zum einen die verschiedenen Anlässe und Ziele einer Unternehmensbewertung, zum anderen können Sie die verschiedenen Bewertungsverfahren (z.B. Ertragswertverfahren, Discounted Cash-Flow-Verfahren, Residualgewinnverfahren) anwenden. Dabei entwickeln Sie ein Verständnis für die zentralen Bestandteile dieser Verfahren, wie die Zukunftserfolge und den Kapitalisierungszinssatz. Die Studierenden erwerben nicht nur Kenntnisse in der klassischen Unternehmensbewertung, sondern lernen auch die praxisnahe Anwendung der Bewertungsverfahren im Rahmen von Kaufpreisallokationen und der Bewertung von immateriellen Vermögenswerten kennen. Durch die praktische Anwendung im Rahmen einer Fallstudie können die Studierenden im Ergebnis die verschiedenen Bewertungsmethoden anwenden und analysieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 48 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 50 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Kenntnisse aus Vorlesungen zu Corporate Finance/Investitionsrechnung (Bestimmung von Barwerten, etc.) sowie Kenntnisse aus Bilanzierungs-Vorlesungen (Aufbau von Bilanzen, GuV und Kapitalflussrechnung, sowie deren Zusammenhang).		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Analysis and Valuation Advanced I: Unternehmensbewertung (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 2,00		

**Literatur:**

- Bachmann/Schultze (2008): Unternehmenssteuerreform 2008 und Unternehmensbewertung: Auswirkungen auf den Steuervorteil der Fremdfinanzierung von Kapitalgesellschaften, in: die Betriebswirtschaft 01/08, S. 9-34.
- Coenenberg/Haller/Schultze (2021): Jahresabschluss und Jahresabschlussanalyse, 26. Auflage, Stuttgart 2021.
- Coenenberg/Schultze (2002a): Das Multiplikator-Verfahren in der Unternehmensbewertung: Konzeption und Kritik, in: FinanzBetrieb 2002, S. 697-703.
- Coenenberg/Schultze (2002b): Unternehmensbewertung: Konzeption und Perspektiven, in: Die Betriebswirtschaft 2002, S. 597-621.
- Coenenberg/Schultze (2021): Akquisition und Unternehmensbewertung, in: Busse von Colbe/Coenenberg/Kajüter/Linnhoff/Pellens (Hrsg.) (2021): Betriebswirtschaft für Führungskräfte, 5. Auflage, Stuttgart 2021, S. 581-624.
- IDW (2008): IDW Standard: Grundsätze zur Durchführung von Unternehmensbewertungen (IDW S1), in WPg Supplement 3/2008, S. 68 ff., IDW-Fachnachrichten (2008), S. 271-292.
- Koller/Goedhart/Wessels (2020): Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies, 7. Auflage, Hoboken 2020.
- Schultze (2003): Methoden der Unternehmensbewertung: Gemeinsamkeiten, Unterschiede, Perspektive, 2. Auflage, Düsseldorf 2003.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Analysis and Valuation Advanced I: Unternehmensbewertung (Vorlesung und Übung)** (Vorlesung + Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Die Vorlesung "Analysis and Valuation Advanced I: Unternehmensbewertung" vermittelt mögliche Anlässe für eine Bewertung und deren Ziele sowie insbesondere die verschiedenen Verfahren der Unternehmensbewertung. Inhalte der Vorlesung: • Allgemeine Grundsätze der Unternehmensbewertung • Methoden der Unternehmensbewertung • Äquivalenzprinzipien im Rahmen der Bewertung • Verhältnis der Zukunftserfolgsverfahren zueinander • Kapitalkosten: Grundlagen und Praxis • Vertiefung der Zukunftserfolgsverfahren

**Modulteil: Analysis and Valuation Advanced I: Unternehmensbewertung (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Analysis and Valuation Advanced I: Unternehmensbewertung (Vorlesung und Übung)** (Vorlesung + Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Die Vorlesung "Analysis and Valuation Advanced I: Unternehmensbewertung" vermittelt mögliche Anlässe für eine Bewertung und deren Ziele sowie insbesondere die verschiedenen Verfahren der Unternehmensbewertung. Inhalte der Vorlesung: • Allgemeine Grundsätze der Unternehmensbewertung • Methoden der Unternehmensbewertung • Äquivalenzprinzipien im Rahmen der Bewertung • Verhältnis der Zukunftserfolgsverfahren zueinander • Kapitalkosten: Grundlagen und Praxis • Vertiefung der Zukunftserfolgsverfahren

**Prüfung**

**Analysis and Valuation Advanced I: Unternehmensbewertung**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

**Beschreibung:**

<b>Modul WIW-5023: International Accounting Advanced I: Rechnungslegung Internationaler Unternehmen</b> <i>International Accounting Advanced I: Financial Reporting of International Firms</i>		6 ECTS/LP
Version 3.4.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Schultze		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, die Methoden zur Konzernabschlusserstellung sowie zur Konsolidierung nach nationalen (HGB) und internationalen Normen (IFRS) anzuwenden. Sie können eigenständig Konzernabschlüsse aufstellen und wesentliche Konsolidierungsmaßnahmen durchführen. Die wesentlichen rechtlichen, abschlusstechnischen und publizitätspolitischen Anforderungen der Konzernabschlusserstellung können die Studierenden beurteilen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 50 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 48 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Gute Kenntnisse der Bilanzierung nach HGB und IFRS. Verständnis für die Buchungs- und Konsolidierungssystematik.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: International Accounting Advanced I: Rechnungslegung Internationaler Unternehmen (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Literatur:</b> Adler/Düring/Schmaltz (2002 ff.): Rechnungslegung nach internationalen Standards, Stuttgart 2002 ff. Baetge/Kirsch/Thiele (2021): Konzernbilanzen, 14. Auflage, Düsseldorf 2021. Baetge/Dörner/Kleekämper/Wollmert (Hrsg.) (2002 ff.): Rechnungslegung nach International Accounting Standards (IAS) - Kommentar auf der Grundlage des deutschen Bilanzrechts, 2. Auflage, Stuttgart 2002 ff. Coenenberg/Haller/Schultze (2024a): Jahresabschluss und Jahresabschlussanalyse, 27. Auflage, Stuttgart 2024. Coenenberg/Haller/Schultze (2024b): Jahresabschluss und Jahresabschlussanalyse - Aufgaben und Lösungen, 19. Auflage, Stuttgart 2024. Coenenberg/Haller/Mattner/Schultze (2024): Einführung in das Rechnungswesen, 9. Auflage, Stuttgart 2024. Küting/Weber (2018): Der Konzernabschluss, 14. Auflage, Stuttgart 2018 Pellens/Fülbier/Gassen/Sellhorn (2021): Internationale Rechnungslegung, 11. Auflage, Stuttgart 2021.		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>International Accounting Advanced I: Rechnungslegung Internationaler Unternehmen (Vorlesung)</b> (Vorlesung) *Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*		

Die Vorlesung behandelt aufbauend auf der Veranstaltung "Grundlagen der Konzern- und internationalen Rechnungslegung (Bilanzierung III)" die internationalen Rechnungslegungsgrundsätze und -normen, die für global ausgerichtete Unternehmen aufgrund der Internationalisierung der Güter- und Kapitalmärkte für die externe Rechnungslegung wie auch für die interne Steuerung von zunehmend größerer Bedeutung sind. Insbesondere wird auf die vom International Accounting Standards Board (IASB) entwickelten Rechnungslegungsstandards abgestellt. Inhalte der Vorlesung: • Internationalisierung der Rechnungslegung • Konzernabschlüsse: Grundlagen und Grundsätze • Aufstellungspflicht und Konsolidierungskreis • Vorbereitung des Konzernabschlusses (von der HBI zur HBII) • Kapitalkonsolidierung • Konsolidierung von Forderungen und Schulden • Eliminierung von Zwischenerfolgen • Konsolidierung der GuV • Latente Steuern im Konzernabschluss • Entkonsolidierung... (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: International Accounting Advanced I: Rechnungslegung Internationaler Unternehmen (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**International Accounting Advanced I: Rechnungslegung Internationaler Unternehmen (Übung)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Übung zur Vorlesung "International Accounting Advanced I: Rechnungslegung Internationaler Unternehmen"

**Prüfung**

**International Accounting Advanced I: Rechnungslegung Internationaler Unternehmen**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-5024: Hauptseminar (Accounting Research Seminar)</b> <i>Accounting Research Seminar</i>		6 ECTS/LP
Version 3.0.0 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Schultze		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Das Seminar untersucht aktuelle Fragestellungen der internationalen Rechnungslegung und Unternehmenssteuerung. Dabei werden in jedem Seminar jeweils konkrete Fragen aufgegriffen. Diese umfassen z.B. Fragen wie: Was sind konkrete Vorzüge aber auch Nachteile einer Fair Value Bilanzierung? Wie wirken sich unterschiedliche Vergütungssysteme auf das Verhalten von Managern aus? Welche Rolle spielen Analystenprognosen im Kontext der Finanzberichterstattung? Wie verlässlich sind Informationen aus ergänzenden, freiwilligen Offenlegungen? Welche Faktoren begünstigen bilanzpolitische Maßnahmen und welche Konsequenzen ergeben sich aus der aktiven Bilanzgestaltung für Unternehmen, Investoren und Kapitalmärkte? Das Seminar ist die ideale Vorbereitung auf eine Masterarbeit im Bereich Accounting. Es macht Studierende mit den Methoden der Accounting-Forschung vertraut und bereitet sie für die Durchführung eines eigenen Forschungsprojekts vor. Die Studierenden lernen in diesem Seminar das kritische Lesen und Evaluieren wissenschaftlicher Texte zu aktuellen Forschungsthemen und verbessern ihr schriftliches Ausdrucksvermögen. Die Teilnehmer erlangen ein vertieftes Verständnis für das wissenschaftliche Arbeiten im Bereich des Accounting. Sie erhalten Denkanstöße für mögliche Fragestellungen in einer anschließenden Masterarbeit und erarbeiten sich für das im Seminar behandelte Thema einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung. Sie entwickeln wichtige methodische Fähigkeiten und können Forschungsansätze und Schlussfolgerungen kritisch hinterfragen. Der kleine, individuelle Rahmen des Seminars fördert den interaktiven Charakter der Veranstaltung, durch den die Studierenden lernen, sich auf entsprechendem Niveau über wissenschaftliche Fragestellungen auszutauschen. Die Teilnahme an dem Seminar befähigt die Studierenden, verschiedene wissenschaftliche Aufsätze hinsichtlich der zugrundeliegenden Forschungsfrage und Motivation, Unterschieden im Untersuchungsaufbau, Forschungsbeitrag sowie Implikationen für zukünftige Forschung und Praxis evaluieren zu können. Derartige analytische Fähigkeiten sind gleichermaßen grundlegend für eine wissenschaftliche Arbeit als auch für Problemlösungen im späteren beruflichen Umfeld.</p>		
<p><b>Bemerkung:</b></p> <p>Die Anzahl der Plätze ist beschränkt, es gibt ein Auswahlverfahren (siehe Digicampus). Das Seminar kann nur von Studierenden belegt werden, die bisher an diesem Seminar noch nicht teilgenommen haben.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>50 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)</p> <p>28 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Die Teilnehmer sollten über gute Kenntnisse der nationalen und internationalen Rechnungslegung und des Controllings verfügen. Daneben sollten sie wissenschaftlich arbeiten können.</p>		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<p><b>Moduleil: Hauptseminar (Accounting Research Seminar)</b>  <b>Lehrformen:</b> Seminar  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester  <b>SWS:</b> 4,00</p>
<p><b>Literatur:</b>  Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Hauptseminar (Accounting Research Seminar) (Seminar)</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>  Das Seminar ist die ideale Vorbereitung auf eine Masterarbeit im Bereich Accounting. Es macht Studierende mit den Methoden der Accounting-Forschung vertraut und bereitet sie für die Durchführung eines eigenen Forschungsprojekts vor. Die Studierenden lernen in diesem Seminar das kritische Lesen und Evaluieren wissenschaftlicher Texte zu aktuellen Forschungsthemen. Das Seminar beginnt mit einer Einführung in die Accounting Forschung. Dadurch erhalten Studierende das notwendige Rüstzeug um ihr designiertes Forschungsthema selbstständig auszuführen. Ziel ist es, den Teilnehmern ein Verständnis für die Vorgehensweise des wissenschaftlichen Arbeitens zu vermitteln. Das Format der Veranstaltung ist darauf ausgerichtet kritisches Denken, Problemlösekompetenz und eine konstruktive Feedback-Kultur zu fördern; Fähigkeiten, die sowohl in der Forschung als auch der Praxis essentiell sind. Die Veranstaltung findet in einem informellen Rahmen statt, der Raum für den individuellen Austausch bietet... (weiter siehe Digicampus)</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Hauptseminar (Accounting Research Seminar)</b>  Kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b>  jedes Semester</p> <p><b>Beschreibung:</b>  Seminararbeit: 10 Seiten, Präsentation: 20-25 Minuten, Mitarbeit</p>

<b>Modul WIW-5158: Seminar Industrial Economics of Financial Services</b> <i>Seminar: Industrial Economics of Financial Services</i>	6 ECTS/LP
Version 2.3.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Welzel	
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b></p> <p>Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, sich selbständig einen industrieökonomischen oder banktheoretischen Literaturzweig zu erarbeiten, indem sie die zugehörige Literatur erkennen und verstehen.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, mikro- und industrieökonomische Modelle insbesondere mit banktheoretischem Hintergrund zu verstehen, die aufgezeigten Zusammenhänge und Ergebnisse von verschiedenen Seiten zu beleuchten und auf mögliche weiterführende Forschungsfragen hinzuweisen oder diese im besten Fall sogar eigenständig zu analysieren. Sie wissen, wie wissenschaftliche Quellen zu finden sind, und können die für ihre Fragestellung relevanten Beiträge auswählen. Zudem sind sie in der Lage, die in der Literatur angeführten Argumente zu systematisieren und in einer eigenen wissenschaftlichen Arbeit systematisch und verständlich darzustellen. Das schriftliche Ausdrucksvermögen wird dadurch gestärkt. Zudem lernen die Studierenden, ihre Erkenntnisse in einer kurzen Präsentation vorzustellen und zu diskutieren.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b></p> <p>Die in diesem Modul vermittelten Kenntnisse und Methoden sind Grundlage für das Verfassen einer eigenen fortgeschrittenen wissenschaftlichen Arbeit, wie z.B. der Masterarbeit. Zudem wird das Erarbeiten relevanter Beiträge sowie eine kurze und prägnante Darstellung in schriftlicher und verbaler Form, wie es beispielsweise im späteren Berufsleben regelmäßig gefordert wird, geübt. Zudem lernen die Studierenden, ihre Erkenntnisse vor Publikum vorzustellen und gemeinsam zu diskutieren.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <p>Die Studierenden können nach erfolgreicher Teilnahme auf wissenschaftlich hinreichendem Niveau Zusammenhänge der theoretischen und empirischen industrieökonomischen oder banktheoretischen Literatur zu einem Thema verstehen, kritisch durchdenken und bewerten, sowie die Erkenntnisse schriftlich und verbal zusammenfassen und erläutern.</p>	
<p><b>Bemerkung:</b></p> <p>Für dieses Seminar wird jedes Jahr ein Themenkomplex festgelegt. Informationen dazu sowie zum Bewerbungsprozess finden Sie bei der zugehörigen Veranstaltung in Digicampus.</p>	
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>60 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)</p> <p>18 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)</p> <p>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p>	
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Vorausgesetzt werden die für das Literaturverständnis erforderlichen Englischkenntnisse sowie die Fähigkeit, sich selbständig in ein Literaturfeld einzuarbeiten und eine schriftliche Arbeit dazu anzufertigen (Lektüreempfehlung: Plümper, T. (2012), Effizient schreiben, 3. Aufl., München: Oldenbourg Verlag). Zur Literaturbearbeitung sind außerdem mikroökonomische Grundlagen, insbesondere des Bankensektors, nötig (Indifferenzkurve, Nutzenfunktion, Nachfragefunktion, Marktmacht</p>	

im Monopol/Oligopol, Gewinn- bzw. Nutzenmaximierung, Wohlfahrt, Literaturempfehlung: Freixas, X., Rochet, J-C.(2008), Microeconomics of Banking, 2nd ed., Cambridge: MIT Press).		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Seminar Industrial Economics of Financial Services</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Seminar  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  <b>SWS:</b> 4,00</p>
<p><b>Literatur:</b>  Wird jeweils dem Thema angepasst.</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Seminar Industrial Economics of Financial Services</b>  Kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b>  wenn LV angeboten</p> <p><b>Beschreibung:</b>  Seminararbeit: Bearbeitungszeit 6 Wochen im Semester, Umfang ca. 20 Seiten, Präsentation ca. 15 Min,  Diskussion ca. 15 Min</p>

<p><b>Modul WIW-5028: Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung</b>  <i>Capital Market Oriented Corporate Management</i></p>	<p>6 ECTS/LP</p>
<p>Version 2.0.0 (seit SoSe17)                  Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Wilkens</p>	
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b>                  Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, verschiedene Discounted Cash Flow-Verfahren zu unterscheiden und anzuwenden, um Unternehmen zu bewerten. Darüber können die Studierenden die grundlegende Performancemaße sowie zentrale Mehrfaktor-Modelle anwenden und analysieren. Die Studierenden sind zudem in der Lage, interne risikoorientierte Steuerungskonzepte von Unternehmen, wie RORAC und RAROC, zu analysieren und zu interpretieren. Die Studierenden kennen die wichtigsten Derivate und Hedginginstrumente für Fremdwährungspositionen. Außerdem sind sie fähig, die Risikopolitik von Unternehmen und Banken nachzuvollziehen und zu bewerten. Zudem kennen die Studierenden weitere relevante Marktunvollkommenheiten, bei denen sie die Sinnhaftigkeit von Hedging beurteilen und eine optimale Kapitalstruktur begründen können.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b>                  Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden mit den wichtigsten Discounted Cash Flow-Verfahren (Adjusted Present Value, Entity, Equity) vertraut und können diese anwenden, um Gesamt- und Eigenkapital von Unternehmen zu bewerten. Darüber hinaus kennen sie die kapitalmarkttheoretischen Grundlagen der Verfahren nach Modigliani/Miller und Miles/Etzel und können die Eigenkapitalkosten der Unternehmen über das CAPM und verschiedene Beta-Leverage-Ansätze bestimmen. Die Studierenden kennen die wichtigsten Modelle aus dem empirischen Asset Pricing, können diese anwenden und die Ergebnisse interpretieren. Des Weiteren sind sie in der Lage für Unternehmen und dessen Teileinheiten den Value at Risk sowie (partielle) Risikokennzahlen (Return on Risk Adjusted Capital, Risk Adjusted Return on Risk Adjusted Capital) zu bestimmen und ökonomisch zu beurteilen. Sie können den fairen Wert von Währungsfutures, Optionen und Swaps bestimmen und die jeweiligen Vor- und Nachteile dieser Sicherungsinstrumente erläutern.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b>                  Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul können die Studierenden die erlernten insbesondere methodischen Kenntnisse auf andere Themen innerhalb der Finanz- und Bankwirtschaft sowie auf zahlreiche weitere ökonomische Forschungsfelder übertragen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b>                  Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Kurs sind die Studierenden in der Lage, finanzielle Entscheidungen von Unternehmen aus deren Perspektive zu beurteilen und reflektieren. Dazu gehören insbesondere Rendite-Risiko-Abwägungen, Entscheidungen des Risikomanagements und des Kapitalstrukturmanagements. Darüber hinaus verfeinern und vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeit in finanziellen Größen zu denken.</p>	
<p><b>Arbeitsaufwand:</b>                  Gesamt: 180 Std.                  80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)                  38 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)                  20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)                  42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)</p>	
<p><b>Voraussetzungen:</b>                  Die Studierenden sollten finanzmathematische Grundkenntnisse vorweisen. Insbesondere die in typischen Bachelor Grundlagenveranstaltungen (z.B. "Investition und Finanzierung") vermittelten Kenntnisse der Finanzierungs- und Investitionsrechnung werden als bekannt vorausgesetzt. Überdies sind grundlegende statistische Kenntnisse notwendig. Empfohlen werden außerdem Kenntnisse aus dem Bereich "Corporate Finance".</p>	<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b>                  Bestehen der Modulprüfung</p>

<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  <b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Literatur:</b>  Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.</p>
<p><b>Modulteil: Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung (Übung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  <b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung</b>  Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet  <b>Prüfungshäufigkeit:</b>  wenn LV angeboten</p>

<b>Modul WIW-5026: Financial Engineering und Structured Finance</b> <i>Financial Engineering and Structured Finance</i>		6 ECTS/LP
Version 4.0.0 (seit WS23/24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Wilkens		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen</b></p> <p>Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, duplikationstheoretische und preisbildende Methoden anzuwenden, um strukturierte Finanzprodukte, wie Zertifikate und strukturierte Anleihen bewerten zu können. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, den Wert diverser Kassatitel und symmetrischer Derivate (Zinsforwards und Swaps) zu bestimmen. Außerdem analysieren die Studierenden die Eigenschaften verschiedener Kreditderivate und Asset Backed Securities und können die Funktionsweise von Kreditrisikotransfers verstehen.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul kennen die Studierenden die wichtigsten Bewertungsmodelle für Derivate auf verschiedene Finanztitel, wie z.B. Binomialbaummodelle sowie die Modelle nach Black&amp;Scholes, Black und Vasicek. Darüber hinaus kennen die Studierenden die wichtigsten Methoden zur Bewertung von Eigen- und Fremdkapital wie z.B. das Merton-Modell.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul können die Studierenden die in diesem Modul erworbenen Kenntnisse auf weitere praktische Fragestellungen aus allen ökonomischen Forschungsfeldern anwenden.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, sämtliche einfachen und komplexen Auszahlungsprofile von Finanzprodukten aber auch anderer Zahlungsströme zu erkennen und per Duplikationsansatz in einfache Auszahlungen aufzuteilen. Dadurch können die Studierenden jegliche Auszahlungsprofile präferenzfrei bewerten, vergleichen und deren Risiken bestimmen, um darauf aufbauend Entscheidungen zu treffen.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>38 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Die Studierenden sollten fundierte finanzmathematische Grundkenntnisse vorweisen. Die in typischen Bachelor Grundlagenveranstaltungen (z.B. "Investition und Finanzierung") vermittelten Kenntnisse der Finanzierungs- und Investitionsrechnung, insbesondere der Umgang mit verschiedenen Zinskonventionen und einfachen Kassatiteln, wie Aktien und Anleihen, aber auch das Verständnis einfacher Derivate, wie Forwards und Swaps, werden vorausgesetzt. Überdies sind grundlegende statistische Kenntnisse notwendig.</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Bestehen der Modulprüfung</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 4,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	

<p><b>Modulteile</b></p>
<p><b>Modulteil: Financial Engineering und Structured Finance</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  <b>SWS:</b> 4,00</p>
<p><b>Literatur:</b>  Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Financial Engineering und Structured Finance (Master)</b> (Vorlesung + Übung)  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p>Die Veranstaltung Financial Engineering und Structured Finance vertieft Kenntnisse über komplexe Finanztitel. Neben Derivaten verschiedener Assetkategorien werden auch strukturierte und innovative Finanzprodukte behandelt. Die Inhalte der Vorlesung umfassen: - Bewertung von Aktien-, Zins- und Bondoptionen - Swaps und Forwards - Bewertung von Zertifikaten und Strukturierten Finanzprodukten im Equity Bereich - Bewertung von Zertifikaten und Strukturierten Finanzprodukten im Fixed Income Bereich - Kapitalstruktur und Optionspreistheorie - Bewertungsmodelle für Corporate Bonds - Credit Risk und Kreditderivate Lernziele Fachbezogene Kompetenzen: Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, duplikationstheoretische und preisbildende Methoden anzuwenden, um strukturierte Finanzprodukte, wie Zertifikate und strukturierte Anleihen bewerten zu können. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, den Wert diverser Kassatitel und symmetrischer Derivate (Zins... (weiter siehe Digicampus)</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Financial Engineering und Structured Finance</b>  Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet  <b>Prüfungshäufigkeit:</b>  jedes Semester</p>

<b>Modul WIW-5048: Seminar Bank- und Finanzmanagement</b> <i>Seminar: Banking and Financial Management</i>		6 ECTS/LP
Version 4.0.0 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Wilkens		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, sich in erstklassig publizierte Forschungsarbeiten oder sehr gute Arbeitspapiere einzuarbeiten, mit deren komplexen Sachverhalten umzugehen und diese kritisch zu reflektieren. Außerdem haben Studierende die wesentlichen aktuellen Forschungsinhalte in der Finanzforschung kennen gelernt und sind in der Lage, zentrale, dort eingesetzte Methoden anzuwenden.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b></p> <p>Durch den empirischen Nachbau der Forschungsarbeiten erlernen die Studierenden die dafür spezifisch notwendigen statistischen und ökonometrischen Methoden. Darüber hinaus entwickeln die Studierenden zusätzlich auch sehr gute Fähigkeiten im Umgang mit statistischer Standardsoftware.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden können die in diesem Modul erworbenen, insbesondere methodischen Kenntnisse sowie die Fähigkeiten im Erfassen, Interpretieren und kritischen Hinterfragen von komplexen Zusammenhängen auf Basis der Literatur auf weitere akademische und praktische Fragestellungen aus allen ökonomischen Forschungsfeldern anwenden.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul haben sich die Studierenden umfangreiche Kenntnisse im Anfertigen wissenschaftlicher Arbeiten erarbeitet und sind gut auf die Anfertigung einer Abschlussarbeit vorbereitet. Da die Seminararbeit in der Regel im Team erstellt wird, schult die erfolgreiche Teilnahme an diesem Modul die Organisation der Arbeitsteilung und die Kommunikation innerhalb eines Teams. Da die Ergebnisse in einer Abschlusspräsentation vorgestellt werden, schulen die Studierenden in dieser Veranstaltung gleichzeitig auch ihre Präsentierfähigkeiten.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>118 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)</p> <p>20 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)</p> <p>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Aufgrund der methodisch anspruchsvollen Anforderungen ist eine erfolgreiche Teilnahme an den Veranstaltungen "Empirische Kapitalmarktforschung" obligatorisch. Außerdem muss zusätzlich entweder die Veranstaltung "Financial Engineering und Structured Finance" oder "Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung" erfolgreich besucht worden sein. Weitere empfehlenswerte Kurse sind insbesondere "Investment Funds", "Applied Quantitative Finance", "Finanzmarktökonomie", "Quantitative Methods in Finance" und "Zeitreihenanalyse". Da der Kurs teilnehmerbeschränkt ist, erfolgt die Teilnehmerauswahl anhand der Durchschnittsnote der obligatorischen Veranstaltungen und dem Studienfortschritt der Studierenden.</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Bestehen der Modulprüfung</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 4,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Seminar Bank- und Finanzmanagement</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 4,00
<b>Literatur:</b> Wird Semester- und Team-spezifisch mit der Themenvergabe bekannt gegeben.
<b>Prüfung</b> <b>Seminar Bank- und Finanzmanagement</b> Schriftlich-Mündliche Prüfung, benotet <b>Beschreibung:</b> jährlich Seminararbeit und Vortrag

<b>Modul WIW-5049: Seminar Empirical Finance</b> <i>Seminar: Empirical Finance</i>		6 ECTS/LP
Version 3.1.0 (seit SoSe19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Wilkens		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, sich in erstklassig publizierte Forschungsarbeiten oder sehr gute Arbeitspapiere einzuarbeiten, mit deren komplexen Sachverhalten umzugehen und diese kritisch zu reflektieren. Außerdem haben Studierende die wesentlichen aktuellen Forschungsinhalte in der Finanzforschung kennen gelernt und sind in der Lage, zentrale, dort eingesetzte Methoden anzuwenden.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b> Durch den empirischen Nachbau der Forschungsarbeiten erlernen die Studierenden die dafür spezifisch notwendigen statistischen und ökonometrischen Methoden. Darüber hinaus entwickeln die Studierenden zusätzlich auch sehr gute Fähigkeiten im Umgang mit statistischer Standardsoftware.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden können die in diesem Modul erworbenen, insbesondere methodischen Kenntnisse sowie die Fähigkeiten im Erfassen, Interpretieren und kritischen Hinterfragen von komplexen Zusammenhängen auf Basis der Literatur auf weitere akademische und praktische Fragestellungen aus allen ökonomischen Forschungsfeldern anwenden.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul haben sich die Studierenden umfangreiche Kenntnisse im Anfertigen wissenschaftlicher Arbeiten erarbeitet und sind gut auf die Anfertigung einer Abschlussarbeit vorbereitet. Da die Seminararbeit in der Regel im Team erstellt wird, schult die erfolgreiche Teilnahme an diesem Modul die Organisation der Arbeitsteilung und die Kommunikation innerhalb eines Teams. Da die Ergebnisse in einer Abschlusspräsentation vorgestellt werden, schulen die Studierenden in dieser Veranstaltung gleichzeitig auch ihre Präsentierfähigkeiten.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 118 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium) 42 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b> Aufgrund der methodisch anspruchsvollen Anforderungen ist eine erfolgreiche Teilnahme an den Veranstaltungen "Empirische Kapitalmarktforschung" obligatorisch. Außerdem muss zusätzlich entweder die Veranstaltung "Financial Engineering und Structured Finance" oder "Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung" erfolgreich besucht worden sein. Weitere empfehlenswerte Kurse sind insbesondere "Investment Funds", "Applied Quantitative Finance", "Finanzmarktökonomie", "Quantitative Methods in Finance" und "Zeitreihenanalyse". Da der Kurs teilnehmerbeschränkt ist, erfolgt die Teilnehmerauswahl anhand der Durchschnittsnote der obligatorischen Veranstaltungen und dem Studienfortschritt der Studierenden.</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 4,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Seminar Empirical Finance</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 4,00
<b>Literatur:</b> Wird Semester- und Team-spezifisch mit der Themenvergabe bekannt gegeben.
<b>Prüfung</b> <b>Seminar Empirical Finance</b> Schriftlich-Mündliche Prüfung, benotet <b>Beschreibung:</b> jährlich Seminararbeit und Präsentation

<b>Modul WIW-5117: Consumer Behavior: Werbung I</b> <i>Consumer Behavior: Advertising I</i>		6 ECTS/LP
Version 5.1.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Heribert Gierl		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, die in der Veranstaltung behandelten Werbereize zu verstehen und ihren Einsatz in der Praxis adäquat bewerten zu können. Die begleitenden Zusatzleistungen führen dazu, dass die Wirkung der behandelten Werbereize in stärkerem Maße verstanden wird. Es wird die Fähigkeit gelernt, durch eigene Marktforschung Alternativen bewerten und interpretieren zu können. Es wird Spezialwissen im Hinblick auf die in der Gliederung thematisierten Instrumente erworben, das in der Praxis angewendet werden kann.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 42 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 20 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 38 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Fundierte Kenntnisse in Statistik.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Schriftliche Prüfung und Anfertigung einer Zusatzarbeit
<b>Angebotshäufigkeit:</b> einmalig WS	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Consumer Behavior: Werbung I (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> einmalig WS <b>SWS:</b> 4,00
<b>Literatur:</b> Diverse Veröffentlichungen zu Themen der Vorlesung auf der Website des Lehrstuhls. Gierl, H.: Übungsaufgaben Marketing, aktuelle Auflage, Eul Verlag.
<b>Prüfung</b> <b>Consumer Behavior: Werbung I</b> Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> wenn LV angeboten <b>Beschreibung:</b> Schriftliche Prüfung und Anfertigung einer Zusatzarbeit

<b>Modul WIW-5109: Consumer Behavior: Hausarbeit (Empirische Forschung)</b> <i>Consumer Behavior: Independent Study (Empirical Research)</i>		6 ECTS/LP
Version 3.1.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Paul		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, eigenständig eine empirische Forschungsarbeit zu einem thematisch eingegrenzten Marketingbereich durchzuführen. Die Studierenden erarbeiten sich (1) die Techniken der Datenerhebung, (2) die Techniken der Datenanalyse und (3) Interpretationen. Hierbei lernen die Studierenden, wie man eine empirische Studie konzipiert, wie man theoretische Ansätze aufarbeitet, um Erwartungen an die Ergebnisse des eigenen Forschungsvorhaben zu formulieren, wie man einen Fragebogen zur Datenerhebung gestaltet und wie man die gewonnenen Daten mit Hilfe geeigneter statistischer Verfahren auswertet und interpretiert. Neben den Inhalten ist das schriftliche Ausdrucksvermögen ebenfalls relevant.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 180 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Erfolgreiche Teilnahme an Advanced Services Marketing, Advanced Value Based Marketing sowie mindestens einem Forschungs- und einem Case Studies-Seminar des Lehrstuhls.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Hausarbeit
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Consumer Behavior: Hausarbeit (Empirische Forschung)</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 0,00		
<b>Literatur:</b> Themenspezifische Einstiegsliteratur wird zur Verfügung gestellt.		
<b>Prüfung</b> <b>Consumer Behavior: Hausarbeit (Empirische Forschung)</b> Hausarbeit/Seminararbeit, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>Beschreibung:</b> Ca. 60-70 Seiten; about 60-70 pages		

<b>Modul WIW-5126: Consumer Behavior: Hausarbeit zu Werbetheorien</b> <i>Consumer Behavior: Independent Study (Advertising Theory)</i>		6 ECTS/LP
Version 3.0.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Heribert Gierl		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, eigenständig ein Konzept für eine empirische Forschungsarbeit anzufertigen. Hierbei erarbeiten sich die Studierenden insbesondere (1) die theoretischen Grundlagen, (2) die methodischen Grundlagen und (3) den Stand der bisherigen empirischen Forschung zu einem thematisch eingegrenzten Marketingbereich. Hierbei lernen die Studierenden, wie man zu einem Thema geeignete Theorien identifiziert und bewertet, Methoden identifiziert und bewertet, um eine eigene Studie durchzuführen, und wie bisherige Forschung zum Thema zu identifizieren und zu bewerten ist.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 180 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> SPSS und erfolgreich absolvierte Veranstaltungen im Masterstudium aus unserem Lehrstuhlangebot oder eine Bachelorarbeit an unserem Lehrstuhl.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Hausarbeit
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Consumer Behavior: Hausarbeit zu Werbetheorien</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 0,00		
<b>Literatur:</b> Themenspezifische Einstiegsliteratur wird zur Verfügung gestellt.		
<b>Prüfung</b> <b>Consumer Behavior: Hausarbeit zur Werbetheorien</b> Hausarbeit/Seminararbeit, benotet <b>Beschreibung:</b> jedes Semester Hausarbeit		

<b>Modul WIW-5114: Corporate Governance: Theorie</b> <i>Corporate Governance: Theory</i>		6 ECTS/LP
Version 3.1.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Erik Lehmann		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage grundlegende Terminologie, Definitionen und Kategorien der Corporate Governance zu verstehen und darauf aufbauend Strategien im Bereich Corporate Governance selbstständig zu entwickeln. Sie lernen Konzepte der Corporate Governance kennen und können diese wiedergeben, vergleichen, argumentativ weiterentwickeln und situationspezifisch anwenden. Studierende sind analytisch in der Lage Gründe und Motive unterschiedlicher Governance Konfigurationen zu benennen, in einzelne Elemente zu untergliedern und deren Verhältnis zueinander zu analysieren und bewerten. Darüber hinaus werden Fragenstellungen der Wirtschaftskriminalität behandelt, Ursachen und Motive analysiert und mögliche Lösungsmechanismen erarbeitet. Insgesamt soll das erworbene Wissen dazu dienen, Lösungen für Probleme der Corporate Governance zu entwickeln und von anderen entwickelte Lösungen zu beurteilen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 48 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundkenntnisse in <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisationstheorie</li> <li>• Corporate Governance und</li> <li>• Corporate Finance (hilfreich)</li> </ul>		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Corporate Governance: Theorie (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 2,00		

**Literatur:**

Audretsch, D. B. and E. E. Lehmann (2011): Corporate Governance in Small and Medium-Sized Firms, Edward Elgar.

Audretsch, D. B. and E. E. Lehmann (2013): Corporate Governance in Newly Listed Companies, in: Levis, M. and S. Vismara (eds): Handbook of Research on IPOs, Edward Elgar: Cheltenham, 268-316.

Becker, G. S. (1968): Crime and Punishment: An Economic Approach, Journal of Political Economy, 169-217.

Frick, B. and E. E. Lehmann (2005): Corporate Governance in Germany: Ownership, Codetermination, and Firm Performance in a Stakeholder Economy. In: Gospel, Howard und Andrew Pendleton (Hrsg.), Corporate Governance and Human Ressource Management, Oxford: Oxford University Press, 2005, 122-147.

Jensen, M. and W. H. Meckling (1976): Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs, and Ownership Structure, Journal of Financial Economics 3, 305-360.

Jost, Peter J. (2000): Ökonomische Organisationstheorie, Wiesbaden: Gabler (bzw. neuere Auflagen).

Lehmann, E. E. (2009): Bindungswirkung von Standards im Corporate Governance Bereich, in: Möllers, T.M.J. (Hrsg.), Geltung und Faktizität von Standards, Baden-Baden: Nomos, 2009, 37-64.

Lehmann, E. E. (2009): Größe und Zusammensetzung von Aufsichtsräten, in: Möllers, T.M.J. (Hrsg.), Standardisierung durch Markt und Recht, Baden-Baden: Nomos, 2008, 177-190.

Lehmann, E. E. (2012): Corporate Governance, Compliance & Crime, in: Rotsch, Th. (Hrsg.): Wissenschaftliche und praktische Aspekte der nationalen und internationalen Compliance-Diskussion, Nomos: Baden-Baden, 43-61.

Lehmann, E. E., and J. Weigand (2000): Does the Governed Corporation Perform Better? Governance Structures and Corporate Performance in Germany, European Finance Review, Vol. 4, 2000, 157-195.

Lehmann, E. E.; Braun, T. and S. Krispin (2012): Entrepreneurial Human Capital, Complementary Assets, and Takeover Probability, Journal of Technology Transfer 37 (5), 589-608.

Shleifer, A. and R. Vishney (1997): A Survey of Corporate Governance, Journal of Finance 52, 737-783.

Zingales, Luigi (1998): Corporate Governance, in: Newman, P. (Hrsg.): The New Palgrave Dictionary of Economics and the Law, Vol. 1, London: MacMillan, 497-503.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Corporate Governance: Theorie (Vorlesung und Übung)** (Vorlesung + Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

- Einführung und Motivation - Organisationen und Corporate Governance - Fehlverhalten in Organisationen - Corporate Governance Mechanismen

**Modulteil: Corporate Governance: Theorie (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Corporate Governance: Theorie (Vorlesung und Übung)** (Vorlesung + Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

- Einführung und Motivation - Organisationen und Corporate Governance - Fehlverhalten in Organisationen - Corporate Governance Mechanismen

**Prüfung**

**Corporate Governance: Theorie**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-5115: Corporate Governance: Research</b> <i>Corporate Governance: Research</i>		6 ECTS/LP
Version 2.2.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Erik Lehmann		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind Studierende in der Lage wissenschaftliche Artikel und enthaltene Analysen zu verstehen, zu interpretieren und zu bewerten. Sie können die gelesenen Arbeiten selbstständig in sinnvolle Literaturkategorien einordnen. Studierende sind aufgrund des erworbenen Wissens in der Lage, selbstständig bestehende Forschungslücken zu identifizieren, sinnvolle Forschungsfragen abzuleiten und den aktuellen Stand der empirischen Literatur anhand dieser Forschungsfragen schriftlich aufzuarbeiten. Insgesamt soll ein kritisches Verständnis bezüglich der bestehenden Forschung im Bereich Corporate Governance vermittelt werden. Ferner sollen die Studenten die Fähigkeit entwickeln im Bereich Corporate Governance selbstständig wissenschaftlich zu arbeiten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 19 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 94 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium) 25 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 42 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse in empirischer Wirtschaftsforschung</li> <li>• Grundkenntnisse im Bereich Corporate Governance und Organisationstheorie</li> </ul>		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Corporate Governance: Research</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 4,00
<b>Literatur:</b> Wird am kick-off Termin bekannt gegeben
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Corporate Governance: Research (Seminar) (Seminar)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> - Verstehen und Bewerten wissenschaftlicher Artikel - Aufbereitung und Analyse aktueller Probleme - Anfertigen einer wissenschaftlichen Forschungsarbeit

**Prüfung**

**Corporate Governance: Research**

Schriftlich-Mündliche Prüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

15 Seiten Seminararbeit, 30 Minuten Präsentation

<b>Modul WIW-5136: Services Marketing: Research (Master)</b> <i>Services Marketing: Research (Master)</i>		6 ECTS/LP
Version 2.1.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Paul		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> After the successful participation in this module, students are able to understand current theories and methods of services marketing research. In particular, they are able to apply scientific methods to create novel insights in services marketing research. Students are able to integrate knowledge and to deal with complexity and limited information. They are able to acquire knowledge and skills independently and to write sound conceptual or empirical research papers. Students can apply their knowledge on scientific methods to any research problem beyond this module. Overall, students are able to conduct research projects in a largely autonomous way and to clearly defend their position towards experts and others on an academic level.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 8 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 70 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium) 5 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 15 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 42 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Basic knowledge of methods and fundamentals of marketing from Bachelor's degree (especially descriptive and inductive statistics, regression analysis, marketing research, if applicable services marketing)		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Passing the module examination
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Services Marketing: Research</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Literatur:</b> To be announced in the first session.		
<b>Prüfung</b> <b>Services Marketing: Research</b> Kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> wenn LV angeboten <b>Beschreibung:</b> seminar paper: 15 pages +/- 10%, 14 weeks presentation: 15 minutes and discussion participation		

<b>Modul WIW-5094: Information Systems Research</b> <i>Information Systems Research</i>		6 ECTS/LP
Version 3.0.0 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Veit		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Upon the successful completion of this module, students have a basic understanding of empirical research in information systems. Topics will be chosen and assigned to students to familiarize them with the information systems research discipline. These topics include IT innovation, IT adoption and continuance, digital strategy, business models, pricing, cloud computing, information privacy, electronic healthcare and others. Students learn how to conduct, write and present a systematic and academic literature review on their individually assigned topic. By doing so, students gain a fundamental understanding of the principles of empirical academic work and obtain the ability to systematically and independently address a research topic. Accordingly, the knowledge and methodological skills acquired in this seminar are a necessary foundation to write a master thesis at the chair. Besides fostering analytical thinking, this seminar will also facilitate the improvement of English skills, as the entire seminar is held in English. Thus, after the successful completion of this module, students will have improved their presentation, discussion, and written expression skills in English.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 42 Std. Seminar (Präsenzstudium) 108 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium) 30 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Basic knowledge of the topics (e.g., from attending our lectures) is beneficial. Furthermore, working knowledge of English, and written expression skills are necessary to understand the literature provided in this module and to prepare and present own findings in a seminar thesis. We furthermore recommend attending introductory courses offered by the university library.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Passing the module examination
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Information Systems Research Seminar</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Literatur:</b> Initial readings are provided during the seminar.		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Information Systems Research (cohort 2025/26 WS) (Seminar)</b> <i>*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.*</i> Part 1 - Introduction to academic research principles and academic writing Part 2 - Examination of the topic and the research question - Investigation of the theoretical and methodological foundation - Structured analysis of the current state of research - Analysis and structuration of the results with regard to one specific topic in the field of information systems research Part 3 - Writing of the seminar thesis - Presentation and discussion of the results		

**Prüfung**

**Information Systems Research Seminar**

Kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

seminar paper (15-20 pages) and presentation (10 minutes presentation, 10 minutes discussion)

<b>Modul WIW-5093: Global E-Business and Electronic Markets</b> <i>Global E-Business and Electronic Markets</i>		6 ECTS/LP
Version 2.2.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Veit		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>This module covers the fundamentals of E-Business and Electronic Markets. Students will be able to apply this knowledge to critically analyze and evaluate the opportunities and threats of the growing digital channel. Moreover it equips them with the necessary understanding to develop strategies in the area of E-Business and Electronic Markets. The course enables students to understand, evaluate and apply the most important E-Commerce business models, their components and their success factors. Moreover, emergent issues like internet pricing for tangible goods, services and information goods are covered. The course contributes to an understanding of the importance of ethical topics like privacy, fairness and transparency. Within the second part of the course, students are applying the knowledge acquired to real life cases in today's businesses. Therefore, students are provided with an understanding of the role of information for business strategies by reviewing transaction cost theory, principal agent theory and related economic concepts. Network effects on the internet are complementing these theoretical components. Based on these theories, students are empowered to analyze the impact of information technology and the internet on industry structure.</p> <p>Overall, students will be made aware in what way the online channel differentiates from the offline channel. The aim is to create an understanding of the associated opportunities and threats. During the course, organizational level of analysis and the impact on economic activity stands in the foreground. This view is complemented by individual level theories. Students will also be enabled to discuss, evaluate and apply the fundamentals of E-Business strategy, business models and success factor research and to conceptualize key aspects of electronic markets. Moreover, students will be equipped with the capability to work in a group on a specific problem and to develop solutions for it.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>30 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)</p> <p>48 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Working knowledge of English is necessary.</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Passing the module examination</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b></p> <p>2.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b></p> <p>1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b></p> <p>4,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b></p> <p>siehe PO des Studiengangs</p>	
<p><b>Modulteile</b></p> <p><b>Modulteil: Global E-Business and Electronic Markets (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p>		

**Literatur:**

- Amit, R., & Zott, C. (2001). Value creation in E-business. *Strategic Management Journal*, 22(6–7), 493–520.
- Bakos, J. Y. (1998). The emerging Role of Electronic Marketplaces on the Internet. *Communications of the ACM*, 41(8), 35-42.
- Laudon, K., & Traver, C. (2023). *E-Commerce 2023-2024 : Business, Technology and Society, Global Edition*. (18th ed.), Pearson.
- Porter, M. E. (2001). Strategy and the Internet. *Harvard Business Review*, 79(3), 62–78.
- Porter, M. E. (2008). The Five Competitive Forces That Shape Strategy. *Harvard Business Review*, 86(1), 24–41.
- Shapiro, C., & Varian, H. R. (1999). *Information rules: a strategic guide to the network economy*. Harvard Business School Press.
- Additional literature will be provided in the course.

**Modulteil: Global E-Business and Electronic Markets (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Global E-Business and Electronic Markets**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-5133: Human Resources: Personalmanagement</b> <i>Human Resources: Human Resource Management</i>		6 ECTS/LP
Version 3.3.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Susanne Warning		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, ökonomische Mechanismen, die hinter Verfahren und Anwendungen in der Praxis des Personalmanagements stehen, zu verstehen. Sie können theoretisch fundiert Gestaltungsempfehlungen aussprechen und empirisch testbare Hypothesen formulieren. Die Studierenden sind in der Lage, personalökonomische Probleme zu analysieren und Lösungen auf praktische Fragestellungen im Unternehmenskontext zu beziehen. Sie können Konzepte aus der Praxis kritisch hinterfragen und ökonomisch fundierte Gestaltungsvorschläge in verschiedenen Kontexten unterbreiten und reflektieren.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 58 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 35 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 45 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gute Kenntnisse in Mathematik, Statistik und Mikroökonomik;</li> <li>• Gute Englischkenntnisse (lesen)</li> </ul>		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Human Resources: Personalmanagement (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Literatur:</b> Schneider, Martin; Sadowski, Dieter; Frick, Bernd; Warning, Susanne (2020): Personalökonomie und Personalpolitik. Grundlagen einer evidenzbasierten Praxis. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.  Wissenschaftliche Beiträge, die in der Vorlesung angegeben werden.		
<b>Modulteil: Human Resources: Personalmanagement (Übung)</b> <b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Prüfung</b> <b>Human Resources: Personalmanagement</b> Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester		

<b>Modul WIW-5096: Performance Analysis of Stochastic Systems</b> <i>Performance Analysis of Stochastic Systems</i>		6 ECTS/LP
Version 3.0.0 (seit WS23/24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Krapp		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul kennen die Studierenden grundlegende stochastische Modelle, insbesondere Markovketten und Wartesysteme, sowie Techniken, die für eine Simulation derartiger Modelle benötigt werden.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, komplexe stochastische Systeme zu modellieren sowie die für die Analyse dieser Modelle jeweils adäquaten mathematischen Methoden auszuwählen und anzuwenden.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden können die in diesem Modul erworbenen Kenntnisse auf weitere Fragestellungen mit inhärenter stochastischer Dynamik anwenden. Dies befähigt sie insbesondere, zahlreiche Probleme des Operations Managements zu analysieren und fundierte Entscheidungen zu treffen.</p> <p><b>Schlüsselkompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreicher Teilnahme in der Lage, reale stochastische Probleme eigenständig zu modellieren und zu analysieren. Sie können die erhaltenen Ergebnisse korrekt interpretieren und kennen die Grenzen dieser Modelle.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>68 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Voraussetzung sind die mathematischen und statistischen Kenntnisse, insbesondere der Wahrscheinlichkeitsrechnung, welche in Veranstaltungen zu Mathematik und Statistik in quantitativ orientierten Bachelorstudiengängen vermittelt werden. Grundkenntnisse der Entscheidungstheorie sind von Vorteil.</p>		
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 3.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 4,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	
<p><b>Modulteile</b></p> <p><b>Modulteil: Performance Analysis of Stochastic Systems</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester</p> <p><b>SWS:</b> 4,00</p>		

**Literatur:**

Klenke, A. (2020): Wahrscheinlichkeitstheorie, 4. Auflage, Springer.

Stewart, W. J. (2009): Probability, Markov Chains, Queues, and Simulation: The Mathematical Basis of Performance Modeling, Princeton University Press.

Waldmann, K.-H./Stocker, U. M. (2013): Stochastische Modelle, 2. Auflage, Springer.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Stochastische Modelle (Vorlesung)** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Stochastische Modelle (Übung)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Performance Analysis of Stochastic Systems**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-5090: Seminar Health Care Operations Management</b> <i>Seminar: Health Care Operations Management</i>		6 ECTS/LP
Version 2.2.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sebastian Schiffels		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Subject-related competencies:</b> The students are able to understand the approaches to tackle several planning problems in health care and they are able to understand more complex solution approaches in operations management.</p> <p><b>Methodological competencies:</b> The students are able to implement such procedures, assess these approaches in terms of effectiveness and efficiency, and present their findings in class.</p> <p><b>Interdisciplinary competencies:</b> The students are able to make sound decisions. They are able to work with scientific literature and understand complex problems.</p> <p><b>Key competencies:</b> Students are able to present their finding under consideration of audience and situation. They are able to question scientific literature and achieved results.</p> <p><b>Written expression:</b> Students are free to write their thesis in German or English. Attention is paid to correct scientific and neutral expression.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 28 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 42 Std. Seminar (Präsenzstudium) 30 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 80 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b> (Advanced) Knowledge in operations management, mathematics (including Linear Programming), and statistics, knowlegde in optimization (e.g., Gurobi and OPL)/simulation (e.g. Arena) software is an advantage.</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Passing the module examination</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 3.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 4,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	
<p><b>Modulteile</b></p> <p><b>Modulteil: Seminar Health Care Operations Management</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 4,00</p>		
<p><b>Literatur:</b> Literature will be announced in the semester.</p>		
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Seminar Health Care Operations Management (Seminar)</b> <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i></p>		

Selected topics in health care operations management. Topics include (but are not limited to): - Hospital management - Scheduling in health care - Personnel planning in health care - Transportation and routing in health care - Therapy planning and scheduling - Home care management

**Prüfung**

**Seminar Health Care Operations Management**

Kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-5102: Advanced Management Support</b> <i>Advanced Management Support</i>	6 ECTS/LP
Version 4.1.0 (seit SoSe23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Meier	
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b>  Hauptziel dieser Lehrveranstaltung ist es, Studierende (über einen Praxiskontext) an eine anwendungsorientierte Forschung heranzuführen. Dazu schärfen die Teilnehmenden ihr Bewusstsein für Probleme, Anforderungen und Herausforderungen vor dem Hintergrund zunehmender Digitalisierung, Dynamik und Komplexität. In Bezug darauf lernen sie ausgewählte Modelle kennen und Methoden anzuwenden die helfen, zweckmäßige Entscheidungen zu treffen und so Führungsverantwortung gerecht zu werden. Ein besonderer Fokus liegt auf menschlichen Faktoren im Sinne eines Human-centered Management Support.</p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen</b>  Die Teilnehmenden kennen und verstehen Zusammenhänge zwischen (quantitativen) Fakten, wesentlichen Begriffen/ Modellen und ausgewählten Lösungsansätzen in folgenden fachlichen Themenbereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Managements,</li> <li>• Aufgabenmanagement,</li> <li>• Beziehungsmanagement,</li> <li>• Selbstmanagement sowie</li> <li>• ausgewählten Fokusthemen.</li> </ul> <p><b>Methodische Kompetenzen</b>  Innerhalb der fachlichen Themenbereiche wenden die Teilnehmenden ausgewählte Methoden an, in den Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zieldefinition und -dokumentation</li> <li>• Ist-Analyse</li> <li>• Entscheidung und Umsetzung von Maßnahmen.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen</b>  Im Sinne einer technoökonomischen Ausbildung erstrecken sich Fachkenntnisse und Anwendungsfertigkeiten sowohl auf Modelle und Methoden aus der Betriebswirtschaftslehre als auch auf Modelle und Methoden der (Wirtschafts-)Informatik. Dort, wo es geboten und möglich erscheint, ermutigt die Veranstaltung die Teilnehmenden zur kreativen Synthese dieser Elemente aus verschiedenen fachlichen Disziplinen.</p> <p><b>Schlüsselkompetenzen</b>  Das didaktische Konzept fördert darüber hinaus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfahrungsbasiertes Lernen (Selbst-Reflexion),</li> <li>• Teamarbeit,</li> <li>• zweckmäßige mündliche und schriftliche Kommunikation sowie</li> <li>• multiperspektivisches Denken; insbesondere unter Einbezug ethischer und nachhaltigkeitsbezogener Aspekte.</li> </ul>	
<p><b>Bemerkung:</b>  Wir empfehlen diese Veranstaltung zu besuchen, wenn Sie überlegen oder beabsichtigen eine Masterarbeit an der Professur für Wirtschaftsinformatik und Management Support (Prof. Meier) zu verfassen, weil in dieser Veranstaltung fachliche und methodische Grundlagen für das Themenspektrum der von uns betreuten Abschlussarbeiten gelegt werden.</p>	
<p><b>Arbeitsaufwand:</b>  Gesamt: 180 Std.  69 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)  42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p>	

39 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlegende Kenntnisse über den Zweck von Management-Support-Systemen, aktuelle Herausforderungen bei der Entscheidungsfindung, Datentransformation, multidimensionale Datenmodellierung sowie Analytik.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: <a href="#">Advanced Management Support</a></b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  <b>SWS:</b> 4,00</p>
<p><b>Literatur:</b>  Wird in Digicampus bekannt gegeben.</p>
<p><b>Prüfung</b>  <b>Advanced Management Support</b>  Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet  <b>Prüfungshäufigkeit:</b>  jedes Semester</p>

<b>Modul WIW-5150: Seminar zur empirischen Makroökonomik (Master)</b> <i>Seminar: Empirical Macroeconomics (Master)</i>		6 ECTS/LP
Version 3.1.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Görtz		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <b>Fachbezogene Kompetenzen:</b> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit <ul style="list-style-type: none"> <li>• anspruchsvolle Forschungsarbeiten zu lesen, nachzuvollziehen, kritisch zu beurteilen,</li> <li>• komplexe Modelle zu formulieren und mit deren Hilfe neueste Forschungsergebnisse zu validieren,</li> <li>• fortgeschrittene Methoden der Ökonometrie anzuwenden.</li> </ul> <b>Methodische und fachübergreifende Kompetenz sowie Schlüsselqualifikation:</b> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit eine wissenschaftliche Arbeit zu schreiben, diese zu präsentieren und gegenüber anderen zu verteidigen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 70 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 8 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 60 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium) 42 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Erfolgreicher Besuch der Vorlesung Computational Macroeconomics.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Seminararbeit und Vortrag
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar zur empirischen Makroökonomik (Master)</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Literatur:</b> abhängig von der Themenauswahl		
<b>Prüfung</b> <b>Seminar zur empirischen Makroökonomik (Master)</b> Schriftlich-Mündliche Prüfung, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> wenn LV angeboten <b>Beschreibung:</b> Seminararbeit: Bearbeitungszeit 10 Wochen im Semester, Umfang 20 Seiten, Präsentation ca. 20 Minuten		

<b>Modul WIW-5160: Gesundheitsökonomik - Health Economics</b> <i>Health Economics</i>	6 ECTS/LP
Version 2.4.0 (seit SoSe17 bis SoSe22) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Robert Nuscheler	
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Professional competences:</b></p> <p>Students are able to analyze insurance markets and to determine the equilibrium of the insurance market under alternate information constraints and equilibrium concepts. They will be able to distinguish between important market failures in health insurance markets, namely, the free-riding problem, adverse selection, ex ante moral hazard, and ex post moral hazard. Students will be able to pin down the respective market failures and to develop public policy responses that are suited to mitigate the associated welfare losses. Moreover, students need to understand the problem of risk selection in regulated competitive health insurance markets and be aware of the prime policy responses that aim at reducing the health insurers' incentives to engage in risk selection, namely, risk adjustment and risk sharing. Students will be able to explain that imperfect risk adjustment requires a tradeoff between the inefficiencies arising from direct and indirect risk selection. Finally, students understand the principles of the political economy of health care financing and are familiar with the most important financing aspects of the German health care system.</p> <p><b>Methodological competences:</b></p> <p>After completing this course, students will be able to apply the concepts of welfare economics, information economics and incentives to health insurance markets and to health care financing more generally. This includes the identification of market failures and the development of suited public policy responses. The presentation of empirical research papers enables students to apply their econometric competences to assess the validity of hypotheses derived from economic theory.</p> <p><b>Interdisciplinary skills:</b></p> <p>A solid understanding of welfare economics and information economics is crucial for understanding the pitfalls and challenges in the field of health economics and beyond. After all, many markets of public concern are plagued by information constraints, e.g., the labor market and, rather generally, markets for goods with imperfect competition. The methods acquired in this course can easily be applied to these markets.</p> <p><b>Key competences:</b></p> <p>Students are able to analyze relevant markets, assess their efficiency properties, and suggest - if necessary - optimal public policy responses or regulations. As part of this, students are able to reduce research questions to their core, analyze them using modern microeconomic theory, and competently present and defend their results.</p>	
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>50 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>28 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)</p>	
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>A solid understanding of the concepts of microeconomics and constrained optimization is an advantage. Ideally, participants should have attended the course "Mikroökonomik (Master)" (Advanced Microeconomics). While the content of the lecture is largely applied micro economic theory, the assigned research papers for presentations will have an empirical focus. Basic knowledge of econometrics is an advantage. Participation in the course "Mikroökonomie" (Microeconomics) is recommended.</p>	<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Passing the module examination</p>

<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Gesundheitsökonomik - Health Economics (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Sprache:</b> Englisch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  <b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Zweifel, Breyer und Kifmann (2009): Health Economics, 2nd edition. Springer-Verlag, Heidelberg.</p> <p>Supplementary material will be announced in class.</p>
<p><b>Modulteil: Gesundheitsökonomik - Health Economics (Übung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung  <b>Sprache:</b> Englisch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  <b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Gesundheitsökonomik</b>  Portfolioprüfung, benotet</p> <p><b>Beschreibung:</b>  every semester  Presentation, mid and end examination</p>

<b>Modul WIW-5151: Seminar Gesundheitsökonomik (Master)</b> <i>Seminar: Health Economics (Master)</i>		6 ECTS/LP
Version 2.5.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Robert Nuscheler		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach erfolgreicher Teilnahme am Seminar sind die Studierenden in der Lage, die bisher im Studium erlernten Methoden und Kenntnisse auf neue Themengebiete anzuwenden und dabei eine wissenschaftliche Fragestellung zu analysieren. Hierzu lesen die Studierenden aktuelle und/oder wegweisende Aufsatzliteratur aus Fachzeitschriften und entwickeln ein Verständnis für die dargelegten Themen. Anhand einer vorgegebenen Thematik und Anfangsliteratur entwickeln die Studierenden eine Forschungsfrage und beantworten diese in einer Seminararbeit mit anschließendem Vortrag und Diskussion. Hauptziel dieses Moduls ist es, Studierende an systematisches, wissenschaftliches Arbeiten heranzuführen. Darüber hinaus erwerben sie selektiv Kenntnisse zum aktuellen Forschungsstand im bearbeiteten Bereich. Zudem wird das schriftliche Ausdrucksvermögen der Studierenden geschult.		
<b>Bemerkung:</b> Dieses Seminar wird abwechselnd mit dem Seminar "Empirische Gesundheitsökonomik" im Wintersemester angeboten - dementsprechend nur jedes zweite Wintersemester.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 18 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 25 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 35 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium) 42 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Health Economics (Gesundheitsökonomik) und Ökonometrie oder Mikroökonometrie.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Seminararbeit und Vortrag
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Seminar Gesundheitsökonomik (Master)</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 4,00
<b>Literatur:</b> Abhängig von der Themenauswahl.
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Seminar Empirische Gesundheitsökonomik (Master) (Seminar)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>

**Prüfung**

**Seminar Gesundheitsökonomik (Master)**

Schriftlich-Mündliche Prüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

**Beschreibung:**

Bearbeitungszeit ca. 8 Wochen im Semester, Umfang 15-18 Seiten, Präsentation ca. 30 Minuten

<p><b>Modul WIW-5159: Wettbewerbstheorie und -politik</b>  <i>Competition Theory and Policy</i></p>	<p>6 ECTS/LP</p>
<p>Version 2.6.0 (seit SoSe17)                  Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Welzel</p>	
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b>                  Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, wettbewerbspolitische Maßnahmen zu verstehen und zu bewerten. Sie erkennen verschiedene Marktstrukturen, wie Cournot-Oligopol, Bertrand-Oligopol, dominantes Unternehmen mit Wettbewerbsrand usw., und können wettbewerbsmindernde Strategien der Unternehmen, sei es durch Kooperation oder durch Missbrauch ihrer Marktmacht, sowie die damit verbundenen Auswirkungen auf die Wettbewerbsergebnisse analysieren und bewerten. Außerdem kennen sie die zentralen Regelungen des deutschen und des europäischen Wettbewerbsrechts und können in konkreten Fallbeispielen eine erste Einschätzung hinsichtlich der Zulässigkeit nach dem deutschen Wettbewerbsrecht geben. Zudem sind sie in der Lage, die Wirkung wettbewerbspolitischer Instrumente zu analysieren.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b>                  Die Studierenden sind in der Lage, Partialmärkte mit verschiedenen Marktstrukturen mit mikro- und industrieökonomischen Methoden zu analysieren, die Auswirkungen strategischer Entscheidungen auf das Marktverhalten und das Marktergebnis sowie die Wirkung regulatorischer Maßnahmen zu verdeutlichen sowie eine wohlfahrtsökonomische Bewertung vorzunehmen. Dabei sind sie insbesondere in der Lage, mathematische Methoden für Optimierungsprobleme kompetent anzuwenden. Weiterhin können die Studierenden die Probleme nicht nur analytisch lösen, sondern auch grafisch veranschaulichen. Im Idealfall sind sie zudem in der Lage, die theoretischen Konzepte in ersten eigenen Forschungsfragen der mikro- und industrieökonomischen Wettbewerbstheorie anzuwenden.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b>                  Die Studierenden können das Erlernte in weiteren Veranstaltungen der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät anwenden. Darüber hinaus sind sie in der Lage, aktuelle Entscheidungen von Wettbewerbsbehörden zu analysieren und regulatorische Maßnahmen zu bewerten. Außerdem sind sie in der Lage, die Argumente und Ergebnisse aktueller Beiträge des Literaturfelds nachzuvollziehen, die Ergebnisse zu interpretieren und einzuordnen und auf mögliche weiterführende Forschungsfragen hinzuweisen. Zudem können die Studierenden selbständig Lösungen zu verwandten Problemen herleiten und die Erkenntnisse diskutieren.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b>                  Die Studierenden können nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul wettbewerbsmindernde Strategien der Unternehmen erkennen und verstehen und können die Maßnahmen der praktischen Wettbewerbspolitik in Deutschland und der Europäischen Union theoretisch fundiert bewerten.</p>	
<p><b>Arbeitsaufwand:</b>                  Gesamt: 180 Std.                  38 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)                  60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)                  40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)                  42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)</p>	
<p><b>Voraussetzungen:</b>                  Mathematik (insbesondere sicherer Umgang im Rechnen mit binomischen Formeln, Brüchen sowie im Lösen linearer Gleichungssysteme; außerdem Beherrschung der Differentiation von Funktionen mit einer und mehreren Variablen), statistische Grundlagen (insbesondere sicherer Umgang im Rechnen mit Erwartungswert und Varianz), mikroökonomische Grundlagen (Indifferenzkurve, Nutzenfunktion, Nachfragefunktion, Marktmacht im Monopol/Oligopol, Gewinn- bzw. Nutzenmaximierung, Wohlfahrt).</p>	<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b>                  Bestehen der Modulprüfung</p>

<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

**Modulteile****Modulteil: Wettbewerbstheorie und -politik (Vorlesung)****Lehrformen:** Vorlesung**Sprache:** Deutsch**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester**SWS:** 2,00**Literatur:**

AEU-Verträge, Artikel 101 und 102 in der aktuellen Fassung.

Bunte, H-J., Stancke, F. (2016), Kartellrecht, München: C-H. Beck.

Church, J., Ware, R. (2000), Industrial Organization. A Strategic Approach, Boston.

Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen in der aktuellen Fassung.

Motta, M. (2004), Competition Policy, Cambridge: Cambridge University Press.

Schmidt, I., Haucap, J. (2013), Wettbewerbspolitik und Kartellrecht. Eine interdisziplinäre Einführung, 10. Aufl., De Gruyter Oldenbourg.

**Modulteil: Wettbewerbstheorie und -politik (Übung)****Lehrformen:** Übung**Sprache:** Deutsch**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester**SWS:** 2,00**Prüfung****Wettbewerbstheorie und -politik**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

<b>Modul WIW-5157: Seminar Industrial Economics and Information (Master)</b> <i>Seminar: Industrial Economics and Information</i>	6 ECTS/LP
Version 2.2.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Welzel	
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b></p> <p>Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, sich selbständig einen industrieökonomischen Literaturzweig zu erarbeiten, indem sie die zugehörige Literatur erkennen und verstehen.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, mikro- und industrieökonomische Modelle zu verstehen, die aufgezeigten Zusammenhänge und Ergebnisse von verschiedenen Seiten zu beleuchten und auf mögliche weiterführende Forschungsfragen hinzuweisen oder diese im besten Fall eigenständig zu analysieren. Sie wissen, wie wissenschaftliche Quellen zu finden sind, und können die für ihre Fragestellung relevanten Beiträge auswählen. Zudem sind sie in der Lage, die in der Literatur angeführten Argumente zu systematisieren und in einer eigenen wissenschaftlichen Arbeit systematisch und verständlich darzustellen. Das schriftliche Ausdrucksvermögen wird dadurch gestärkt. Außerdem lernen die Studierenden, ihre Erkenntnisse in einer kurzen Präsentation vorzustellen und zu diskutieren.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b></p> <p>Die in diesem Modul vermittelten Kenntnisse und Methoden sind Grundlage für das Verfassen einer eigenen fortgeschrittenen wissenschaftlichen Arbeit, wie z.B. der Masterarbeit. Zudem wird das Erarbeiten relevanter Beiträge sowie eine kurze und prägnante Darstellung in schriftlicher und verbaler Form, wie es beispielsweise im späteren Berufsleben regelmäßig gefordert wird, geübt. Daneben lernen die Studierenden, ihre Erkenntnisse vor Publikum vorzustellen und gemeinsam zu diskutieren.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <p>Die Studierenden können nach erfolgreicher Teilnahme auf wissenschaftlich hinreichendem Niveau Zusammenhänge der theoretischen und empirischen industrieökonomischen Literatur zu einem Thema verstehen, kritisch durchdenken und bewerten, sowie die Erkenntnisse schriftlich und verbal zusammenfassen und erläutern.</p>	
<p><b>Bemerkung:</b></p> <p>Für dieses Seminar wird jedes Jahr ein Themenkomplex festgelegt. Informationen dazu sowie zum Bewerbungsprozess finden Sie bei der zugehörigen Veranstaltung in Digicampus.</p>	
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p> <p>18 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)</p> <p>60 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)</p> <p>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p>	
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Vorausgesetzt werden die für das Literaturverständnis erforderlichen Englischkenntnisse sowie die Fähigkeit, sich selbständig in ein Literaturfeld einzuarbeiten und eine schriftliche Arbeit dazu anzufertigen (Lektüreempfehlung: Plümper, T. (2012), Effizient schreiben, 3. Aufl., München: Oldenbourg Verlag). Zur Literaturbearbeitung sind außerdem mikroökonomische Grundlagen nötig (Indifferenzkurve, Nutzenfunktion, Nachfragefunktion, Marktmacht im Monopol/Oligopol, Gewinn- bzw. Nutzenmaximierung, Wohlfahrt).</p>	<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Bestehen der Modulprüfung</p>

<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Seminar Industrial Economics &amp; Information (Master)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Seminar</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p> <p><b>SWS:</b> 4,00</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Wird jeweils dem Thema angepasst.</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Seminar Industrial Economics &amp; Information (Master)</b></p> <p>Kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b></p> <p>wenn LV angeboten</p> <p><b>Beschreibung:</b></p> <p>Seminararbeit: Bearbeitungszeit 6 Wochen im Semester, Umfang ca. 20 Seiten, Präsentation ca. 15 Min, Diskussion ca. 15 Min</p>

<b>Modul WIW-5153: Finanzintermediation und Regulierung (Stabilität im Finanzsektor)</b> <i>Financial Intermediation and Regulation (Master)</i>	6 ECTS/LP
Version 2.5.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Welzel	
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <b>Fachbezogene Kompetenzen:</b> Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, mikro- und industrieökonomische Aspekte des Finanzsektors zu analysieren. Konkret verstehen sie auf der Ebene der einzelnen Bank und des Bankensystems theoretische Überlegungen zu Wettbewerb, Relationship Banking, Kredit- und Liquiditätsrisiko und können Aussagen zu Stabilität und Ansteckungseffekten treffen. Außerdem lernen sie regulatorische Maßnahmen kennen und verstehen ihre Wirkungsmechanismen. <b>Methodische Kompetenzen:</b> Die Studierenden sind in der Lage, mit mikro- und industrieökonomischen Methoden Aspekte des Finanzsektors - insbesondere des Bankensektors - zu analysieren und können die Wirkung regulatorischer Maßnahmen analysieren und bewerten. Dabei sind sie insbesondere in der Lage, mathematische Methoden für Optimierungsprobleme mit Nebenbedingungen kompetent anzuwenden. Weiterhin können die Studierenden die Probleme nicht nur analytisch lösen, sondern auch grafisch veranschaulichen. Im Idealfall sind sie zudem in der Lage, die theoretischen Konzepte in ersten eigenen Forschungsfragen der mikro- und industrieökonomischen Bankenforschung anzuwenden. <b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b> Die Studierenden können das Erlernte in weiteren, insbesondere finanz- und bankorientierten Veranstaltungen der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät anwenden. Darüber hinaus sind sie in der Lage, aktuelle Entscheidungen von Finanzinstituten zu analysieren und regulatorische Maßnahmen zu bewerten. Außerdem sind sie in der Lage, die Argumente und Ergebnisse aktueller Beiträge des Literaturfelds nachzuvollziehen, die Ergebnisse zu interpretieren und einzuordnen und auf mögliche weiterführende Forschungsfragen hinzuweisen. Zudem können die Studierenden selbständig Lösungen zu verwandten Problemen herleiten und die Erkenntnisse diskutieren. <b>Schlüsselqualifikationen:</b> Die Studierenden sind nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul in der Lage, in einer eigenständigen Analyse aktuelle Probleme und Entwicklungen des Finanzsektors theoretisch fundiert zu analysieren, zu bewerten und zu diskutieren.	
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 38 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)	
<b>Voraussetzungen:</b> Mathematik (insbesondere sicherer Umgang im Rechnen mit binomischen Formeln, Brüchen sowie im Lösen linearer Gleichungssysteme; außerdem Beherrschung der Differentiation von Funktionen mit einer und mehreren Variablen), statistische Grundlagen (insbesondere sicherer Umgang im Rechnen mit Erwartungswert und Varianz), mikroökonomische Grundlagen (Indifferenzkurve, Nutzenfunktion, Nachfragefunktion, Marktmacht im Monopol/Oligopol, Gewinn- bzw. Nutzenmaximierung, Wohlfahrt). Hilfreich ist der Besuch der Bachelorvorlesungen Finanzintermediation und Regulierung (Lektüreempfehlung: Freixas, X., Rochet, J-C., Microeconomics of Banking, 3rd ed., MIT Press, Cambridge 2023) sowie Anreiz- und Kontrakttheorie (Lektüreempfehlung: Macho-Stadler, I., Pérez-Castrillo, J.D., An Introduction	<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung

to the Economics of Information: Incentives and Contracts, 2nd ed., Oxford University Press, Oxford 2001).		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Finanzintermediation und Regulierung (Stabilität im Finanzsektor) (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  <b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Allen, F., Gale, D. (2007), Understanding Financial Crises, New York, Oxford University Press.</p> <p>Bolton, P., Freixas, X. (2006), Corporate Finance and the Monetary Transmission Mechanism, Review of Financial Studies, vol. 19, 829-870.</p> <p>Degryse, H., Kim, M., Ongena, S. (2009), Microeconometrics of Banking: Methods, Applications, and Results, Oxford: Oxford University Press.</p> <p>Dewatripont, M., Tirole, J. (1994), The Prudential Regulation of Banks, Cambridge, MA: MIT Press.</p> <p>Freixas, X., Rochet, J.-C. (2023), Microeconomics of Banking, 3rd ed., Cambridge, MA: MIT Press.</p> <p>Hartmann-Wendels, T., Pfingsten, A., Weber, M. (2019), Bankbetriebslehre, 7. Aufl., Berlin: Springer-Verlag.</p> <p>Kreditwesengesetz (KWG) in der aktuellen Fassung.</p> <p>Neuberger, D. (1998), Industrial Organization of Banking: A Review, International Journal of the Economics of Business, vol. 5, 97-118.</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Finanzintermediation und Regulierung (Stabilität im Finanzsektor) (Vorlesung + Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p>1. Finanzintermediation – ein Überblick 2. Finanzintermediation – die Einzelbankebene 3. Finanzintermediation – die Systemebene 4. Finanzplattformen – neue Arten der Intermediation 5. Regulierung</p>
<p><b>Modulteil: Finanzintermediation und Regulierung (Übung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  <b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Finanzintermediation und Regulierung (Stabilität im Finanzsektor) (Vorlesung + Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p>1. Finanzintermediation – ein Überblick 2. Finanzintermediation – die Einzelbankebene 3. Finanzintermediation – die Systemebene 4. Finanzplattformen – neue Arten der Intermediation 5. Regulierung</p>

**Prüfung**

**Finanzintermediation und Regulierung**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

<b>Modul WIW-5161: Umweltökonomik</b> <i>Environmental Economics</i>		6 ECTS/LP
Version 2.1.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Michaelis		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul besitzen die Studierenden ein tiefes, auf mikroökonomischen Modellen basierendes Verständnis für die Zusammenhänge zwischen Ökonomie und Umweltschutz. Dies betrifft insbesondere die für den Umweltschutzbereich klassischen Formen von Marktversagen sowie die entsprechenden Möglichkeiten des Staates, korrigierend in das Marktgeschehen einzugreifen. Die Studierenden sind in der Lage, mikroökonomische Modelle zu konzipieren, mit deren Hilfe sie die Eigenschaften unterschiedlicher Regulierungsmaßnahmen auf gesamtwirtschaftlicher, sektoraler und einzelwirtschaftlicher Ebene analysieren können. Die Studierenden sind darüber hinaus in der Lage, die im Rahmen der Diskussion um Umwelt und Ökonomie vorgebrachten Argumente kritisch zu reflektieren, sich eine eigenständige, ökonomisch fundierte Meinung zu bilden und kompetent an dieser Diskussion teilzunehmen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 69 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 69 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Fundierte Kenntnisse in Mikroökonomik I und II. Ausgeprägtes Verständnis für mathematische Modelle. Hohe Arbeitsmotivation. Bereitschaft zur Vorbereitung anhand des zur Verfügung gestellten Manuskripts. Bereitschaft zur selbständigen Bearbeitung von Übungsaufgaben.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> schriftliche Prüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Umweltökonomik (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 2,00		

**Literatur:**

**Basisliteratur:**

Zur Verfügung gestelltes Vorlesungsmanuskript.

**Ergänzende Literatur:**

Chapman, D. (2000): Environmental Economics, Reading, Ms.

Tietenberg, T. und L. Lewis (2009): Environmental and Natural Resource Economics, Boston.

Siebert, H. (2008): Economics of the Environment, Berlin.

Hussen, M. (2004): Principles of Environmental Economics, New York.

Weitere ergänzende Literatur wird bekannt gegeben.

Für Studierende des Masterstudiengangs WING empfehlen wir dringend die folgende Lektüre als Vorbereitung auf den Kurs: H.R. Varian, Grundzüge der Mikroökonomik, 9. Auflage 2016 (München) Kapitel 2 bis 6, 8 bis 9, 15 und 19 bis 24 Bei Verwendung einer älteren Auflage bitte die abweichende Nummerierung der Kapitel beachten.

**Modulteil: Umweltökonomik (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Umweltökonomik**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Beschreibung:**

jedes Semester

<b>Modul WIW-5154: Internationale Umweltpolitik II</b> <i>International Environmental Policy II</i>		6 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Michaelis		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Durch die erfolgreiche Teilnahme an der Lehrveranstaltung <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen die Studierenden ein Verständnis für die Unterschiede, die zwischen der Lösung von Umweltproblemen im nationalen Rahmen und auf internationaler Ebene bestehen;</li> <li>• haben die Studierenden die Fähigkeit, anhand von Erklärungsansätzen der Spieltheorie und der Public Choice Theorie einzuschätzen, unter welchen Bedingungen kooperatives bzw. nichtkooperatives Verhalten von Staaten bei der Lösung internationaler Umweltprobleme zu erwarten ist;</li> <li>• verfügen die Studierenden über vertiefte Kenntnisse der Instrumente, die zur Lösung internationaler Umweltprobleme eingesetzt werden können;</li> <li>• kennen die Studierenden die ökonomischen Wirkungen dieser Instrumente und die politischen Implikationen, die beim Einsatz dieser Instrumente von Bedeutung sind und können auf dieser Grundlage qualifiziert an der Diskussion um die internationale Klimapolitik und andere Bereiche der internationalen Umweltpolitik teilnehmen.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 50 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium) 10 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 38 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> schriftliche Prüfung, Hausarbeit und Präsentation
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Internationale Umweltpolitik II (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 2,00		

**Literatur:**

- Barrett, Scott, Environment and Statecraft, The Strategy of Environmental Treaty-making, Oxford 2005.
- Bossert, Albrecht, Internationale Umweltkooperation im Fall von Ostsee und Nordsee - was erklärt die Unterschiede?, in: Institut für Volkswirtschaftslehre, Volkswirtschaftliche Diskussionsreihe, Beitrag Nr. 235, Augsburg 2003.
- Henrichs, Ralf, Die Implementierung der Kyoto-Mechanismen und die Analyse der Verhandlungsstrategien der Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention, Frankfurt am Main 2001.
- Krumm, Raimund, Internationale Umweltpolitik, Berlin u.a. 1996.
- Perman, Roger, u.a., Natural Resource and Environmental Economics, 4. Aufl., Harlow u.a. 2011.
- Simonis, Udo E., Globale Umweltpolitik. Ansätze und Perspektiven, Mannheim u.a. 1996.
- Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen, Über Kioto hinaus denken - Klimaschutzstrategien für das 21. Jahrhundert, Sondergutachten, Berlin 2003.

**Modulteil: Internationale Umweltpolitik II (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Internationale Umweltpolitik II**

Modulprüfung / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

**Beschreibung:**

schriftliche Prüfung, Hausarbeit und 30 Min. Präsentation

<b>Modul INF-0077: Suchmaschinen</b> <i>Search Engines</i>		8 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit SoSe14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Michael Fischer		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage die Konzepte und Methoden, Verfahren, Techniken und Technologien von Suchmaschinen zu verstehen und zu bewerten. Hierfür sind vertiefende Kenntnisse im Bereich der Suchmaschinentechologie notwendig. Darunter zählen z.B. die Architektur einer Suchmaschine, Web Crawler, Textprocessing, Indexierung, verschiedene Retrieval Modelle, die Evaluation von Suchalgorithmen, Clusterverfahren, Link Analyse, uvm.</p> <p>Die Studierenden erwerben somit Kenntnisse verschiedener Suchmaschinenaspekte und können die Vor- und Nachteile in praxisrelevanten Aufgabenstellungen abwägen und beurteilen. Zudem können die Studierenden nach der Veranstaltung wissenschaftlich aussagekräftige Bewertungen erstellen und diese in praxisrelevante Lösungsstrategien umsetzen. In der Veranstaltung werden zudem relevante Themen aus der Forschung anhand aktueller Veröffentlichungen angesprochen, so dass die Studierenden die Fähigkeit erwerben, ihr vorhandenes Wissen selbständig zu erweitern.</p>		
<p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Fachspezifische Vertiefung; Umsetzen fachlicher Lösungskonzepte in Programme und Modelle; Kenntnisse der Vor-/Nachteile von Entwurfsalternativen und Bewertung im jeweiligen Anwendungszusammenhang; Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden; Fertigkeit, mit geeigneten Methoden wissenschaftlich aussagekräftige Bewertungen anzustellen; Fertigkeit zur Lösung von Problemen unter praxisnahen Randbedingungen; Kompetenz zum Erkennen von bedeutenden technischen Entwicklungen;</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> Modul Datenbanksysteme (INF-0073) - empfohlen		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im SoSe)	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<p><b>Modulteil: Suchmaschinen (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im SoSe) <b>SWS:</b> 4,00</p>		
<p><b>Inhalte:</b> Die Vorlesung behandelt grundlegende Konzepte von Suchmaschinen, Volltext-Suche, SQL-Suchmaschinen und Präferenz-Suchmaschinen (Preference SQL) sowie deren Implementierung.</p>		

**Literatur:**

- M. Levene: An Introduction to Search Engines and Web Navigation
- R. Baeza-Yates, B. Ribeiro-Neto: Modern Information Retrieval
- I. H. Witten, M. Gori, T. Numerico: Web Dragons
- W. Kießling: Foundations of Preferences in Database Systems
- W. Kießling: Preference Queries with SV-Semantics

**Modulteil: Suchmaschinen (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig (i. d. R. im SoSe)

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Suchmaschinen (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0078: Datenbankprogrammierung (Oracle)</b> <i>Database Programming (Oracle)</i>		5 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit SoSe14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Michael Fischer		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage vertiefte Oracle-Kenntnisse in praxisrelevanten Aufgaben anzuwenden. Hierzu ist erweitertes Wissen im Bereich DB-System-Architektur, DB-Entwurfstheorie, Administration, erweitertes SQL, PL/SQL-Programmierung, Baumstrukturen, XML und OLAP notwendig. Die Studierenden erlangen eine fachspezifische Vertiefung im Bereich der Datenbanksysteme und somit die Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung von Problemstellungen. Darüber hinaus können die Studierenden diese komplexen, praxisrelevanten Aufgabenstellungen auf dem Gebiet Datenbanken, insbesondere unter Verwendung von Oracle, analysieren, bewerten und lösen. Sie kennen die Vor- und Nachteile unterschiedlicher ER-Modellierungen und können durch logisches und konzeptionelles Denken eine geeignete Lösung für komplexe Problemstellungen unter praxisnahen Randbedingungen verfassen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Umsetzen fachlicher Lösungskonzepte in Programm und Modelle, Fachspezifische Vertiefung; Fachübergreifende Kenntnisse; Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung komplexer Informatikproblemstellungen; Kenntnisse der Vor-/Nachteile von Entwurfsalternativen und Bewertung im jeweiligen Zusammenhang; Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden; Kenntnisse von praxisrelevanten Aufgabenstellungen; Fertigkeit zur Lösung von Problemen unter praxisnahen Randbedingungen;</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlegende Kenntnisse zu Datenbanken empfohlen, z.B. aus der Vorlesung [INF-0073] Datenbanksysteme 1		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Datenbankprogrammierung (Vorlesung)</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  <b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Inhalte:</b> Die Vorlesung behandelt Problemlösungsstrategien unter Zuhilfenahme einer Oracle-Datenbank. Dazu werden die Oracle-Architektur, Zugriffsrechte, Transformation von ER nach SQL, Oracle SQL, Aktive Inhalte wie PL/SQL und Java in Oracle, XML-Unterstützung in Oracle, Baumstrukturen, Tuning, Backup und Recovery behandelt.</p>

**Literatur:**

- R. Elmasri, S. Navathe: Fundamentals of Database Systems
- S. Melton: Understanding the New SQL: A Complete Guide
- Oracle 11g Online-Dokumentation

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Datenbankprogrammierung (Oracle) (Vorlesung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Datenbanken haben sich als allgegenwärtiges Werkzeug im öffentlichen, wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Leben etabliert. Diese Vorlesung wendet sich an DB-Interessierte, die ihre vorhandenen Kenntnisse aus einer grundlegenden Datenbankvorlesung mit Hilfe von Oracle vertiefen bzw. erweitern wollen. Daher ist die Vorlesung insbesondere für Studierende geeignet, die ihren Schwerpunkt im Bereich Datenbanken- und Informationssysteme setzen bzw. vertiefte praktische Kenntnisse erwerben wollen.

**Modulteil: Datenbankprogrammierung (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Datenbankprogrammierung (Oracle) (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Datenbankprogrammierung**

Portfolioprüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0087: Multimedia Grundlagen I</b> <i>Foundations of Multimedia I</i>		8 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit SoSe14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Rainer Lienhart		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul besitzen die Studierenden grundlegende Kenntnisse der maschinellen Verarbeitung von multimedialen Daten (Ton, Bild und Video), sowohl mit klassischen Methoden als auch mittels maschinellem Lernen. Sie sind in der Lage, bekannte Verfahren auf dem Gebiet der Verarbeitung von Multimediadaten zu verstehen und programmatisch umzusetzen, sowie die erlernten Prinzipien auf neue Probleme geeignet anzuwenden. Sie entwickeln Fertigkeiten zur logischen, analytischen und konzeptionellen Denken im Bereich der digitalen Signalverarbeitung und multimedialen Datenverarbeitung.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> mathematische-formale Grundlagen; quantitative Aspekte der Informatik; Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung von Problemstellungen; Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien; Vernetzung unterschiedlicher Fachgebiete; Kenntnisse praxisrelevanter Aufgabenstellungen</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Übung (Präsenzstudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Erfolgreiche Teilnahme an der Abschlussklausur
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<p><b>Moduleil: Multimedia Grundlagen I (Vorlesung)</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  <b>SWS:</b> 4,00</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung</li> <li>2. Mathematische Grundlagen (Komplexe Zahlen, Matrizen und Vektoren, mehrdimensionale Ableitungen, Geometrische Reihen)</li> <li>3. Digitale Signalverarbeitung (Lineare zeitinvariante Systeme und Fourier-Transformation)</li> <li>4. Digitale Bildverarbeitung (Kameramodelle, Farbräume, Bildoperationen, Segmentierung)</li> <li>5. Maschinelles Lernen (Begriffe, Lineare Regression und Polynominterpolation, Konzeptlernen, Neuronale Netze)</li> </ol>

**Literatur:**

Zu 3.

- Oppenheim, A. V., Schafer, R. W., and Buck, J. R. Discrete-time signal processing. Prentice-Hall, 2nd edition. 1999
- Richard G. Lyons. Understanding Digital Signal Processing. Prentice Hall, 3rd edition. 2010

Zu 4.

- Bernd Jähne. Digital Image Processing. Springer Verlag
- David A. Forsyth and Jean Ponce. Computer Vision: A Modern Approach. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458

Zu 5.

- Tom Mitchell. Machine Learning. McGraw Hill, 1997

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Grundlagen der Signalverarbeitung und des Maschinellen Lernens (Multimedia Grundlagen I) (Vorlesung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

"Die Anmeldung zu den Übungsgruppen ist ab sofort möglich. Ein Anleitungs-Video finden Sie unter [https://mediastore.rz.uni-augsburg.de/get/oBzwyPI\\_CW/](https://mediastore.rz.uni-augsburg.de/get/oBzwyPI_CW/) Bitte beachten Sie die folgenden Punkte: - Es gibt X Übungsgruppen, die über die Woche verteilt sind. Die genauen Zeiten stehen im Namen der Übung. - Bei den Übungsgruppen müssen Sie Prioritäten festlegen, welcher Termin ihnen am liebsten (zweitliebsten, drittliebsten usw.) wäre. Damit eine optimale Zuteilung möglich ist, vergeben Sie bitte Prioritäten für *\*alle\** Termine. - Eine Prioritätenvergabe auf dem Smartphone ist inzwischen möglich - Anmeldeschluss ist Donnerstag, der 19.10.2023 um 18:00 Uhr Zu welcher Gruppe Sie zugeteilt werden, erfahren Sie Ende der ersten Vorlesungswoche. Die Anmeldung erreichen Sie über folgenden Link: [https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/details?sem\\_id=56b5d3d34f123022df84be939c750fd8&again=yes...](https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/details?sem_id=56b5d3d34f123022df84be939c750fd8&again=yes...) (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: Multimedia Grundlagen I (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Grundlagen der Signalverarbeitung und des Maschinellen Lernens (Multimedia Grundlagen I) (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Die Übungen beginnen in der Woche zum 20.10.2025. Die Übungsanmeldung ist bis Donnerstag, 16.10.2025, um 18:00 Uhr möglich. Es gibt folgende Übungsgruppen: <https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/details/index/f6faa125f72f4bdd3c8c37e516b44f9b> <https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/details/index/de00a393adfbcb79af138c263b658a> <https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/details/index/2ae06d43199ee38542ae9c73b5d7ac98> <https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/details/index/1759b397e60e8213e0ee794d366f7568> Die Anmeldung zu den Übungsgruppen ist ab sofort möglich. Ein Anleitungs-Video finden Sie unter [https://mediastore.rz.uni-augsburg.de/get/oBzwyPI\\_CW/](https://mediastore.rz.uni-augsburg.de/get/oBzwyPI_CW/) Bitte beachten Sie die folgenden Punkte: Es gibt 4 Übungsgruppen, die über die Woche verteilt sind. Die genauen Zeiten stehen im Namen der Übung. Bei den Übungsgruppen müssen Sie Prioritäten festlegen, welcher Termin ihnen am liebsten (zweitliebsten, drittliebsten usw.) wäre. Damit ein... (weiter siehe Digicampus)

**Prüfung**

**Multimedia Grundlagen I (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0092: Multimedia II: Machine Learning and Computer Vision</b> <i>Multimedia II: Machine Learning and Computer Vision</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Rainer Lienhart		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul besitzen die Studierenden fortgeschrittene Kenntnisse des maschinellen Lernens (Entscheidungsbäume, neuronale Netze und tiefe neuronale Netze, Hypothesenevaluation, Instanz-basiertes Lernen, Bayessches Lernen, Lerntheorie), der Datenreduktion (z.B. Hauptkomponentenanalyse), der fortgeschrittenen Bildverarbeitung und des maschinellen Sehens und können diese anwenden. Sie sind in der Lage, wissenschaftlich komplexe Verfahren auf dem Gebiet der multimedialen Datenverarbeitung zu analysieren, zu verstehen und programmatisch umzusetzen, sowie die erlernten Prinzipien auf neue Fragestellungen geeignet anzuwenden. Sie entwickeln Fertigkeiten zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken im Bereich der digitalen Signalverarbeitung und multimedialen Datenverarbeitung.		
<b>Schlüsselqualifikationen:</b> fortgeschrittene mathematisch-formale Logik; umsetzen fachlicher Lösungskonzepte in Modelle; fachübergreifende Kenntnisse; Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien komplexer Problemstellungen; systematische Weiterentwicklung von Entwurfsmethoden; Fertigkeit zur Lösung von Problemen unter praxisnahen Randbedingungen		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 30 Std. Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Multimedia II: Machine Learning and Computer Vision (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 4,00		

**Inhalte:**

Die Vorlesung gibt einen guten Überblick über alle Aspekte des maschinellen Lernens und der maschinellen Extraktion von Informationen aus Multimediadaten (z.B. "Google Image Search", "Google Goggles"). Die erlernten Konzepte werden in den Übungen anhand von erfolgreichen Beispielen aus der Praxis ausprobiert, geübt, analysiert und bewertet. Zum Ende des Semesters werden fortgeschrittene Themen wie Objektdetektion und Objekterkennung von Gesichtern und Menschen behandelt. Die Inhalte der Vorlesung umfassen: Machine Learning (Decision Tree Learning, Artificial Neural Networks, Bayesian Learning, Discrete Adaboost), Data Reduction (Quantization (K-Means Clustering, Affinity Propagation), Dimensionality Reduction Techniques (PCA, NMF, Random Projection, MDS)) und Image Processing & Computer Vision (Salient Feature Points and Feature Descriptors, Object Detection (Face/Car/People Detection), Object Recognition (Face Recognition), Image Search with pLSA)

**Literatur:**

Literaturhinweise werden zu Beginn des Semesters bekanntgegeben.

**Modulteil: Multimedia II: Machine Learning and Computer Vision (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Multimedia II: Machine Learning and Computer Vision (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

Die Prüfung kann jedes Semester in der Prüfungszeit abgelegt werden.

<b>Modul INF-0129: Softwaretechnik II</b> <i>Software Engineering II</i>		8 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Reif		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b></p> <p>Nach dem erfolgreichen Besuch des Moduls sind die Teilnehmer in der Lage, fortgeschrittene Verfahren der agilen Softwareentwicklung, des Requirements Engineerings, des Testens und des Refactorings von Softwaresystemen anzuwenden und miteinander zu verbinden. Sie können die Anwendbarkeit der verschiedenen Verfahren und Methoden situationsspezifisch beurteilen.</p> <p>Die Teilnehmer verstehen die Aufgaben des Requirements Engineering und sind in der Lage, wesentliche Methoden der Requirements-Erfassung und Dokumentation (Use-Cases, Satzschablonen, formale Modelle) anzuwenden und die Eignung der verschiedenen Dokumentationsformen im Projektkontext zu bewerten. Sie haben die Fertigkeit zum analytischen und konzeptionellen Denken und können so systematisch komplexe Kundenanforderungen analysieren und können diese formulieren und in geeigneten Modellen darstellen.</p> <p>Die Studierenden verstehen einen agilen Entwicklungsprozess und die Basisprinzipien agiler Vorgehensweisen. Sie können den agilen Entwicklungsprozess auf Projekte übertragen und seine Anwendbarkeit im Projektkontext beurteilen. Sie kennen agile Praktiken und deren Wechselwirkungen und können die Praktiken einsetzen. Sie verstehen die Aufgaben der beteiligten Rollen und die Bausteine des Entwicklungsprozesses.</p> <p>Die Studierenden verstehen die Aufgaben des Testens und die Teilschritte des Testprozesses. Sie kennen Verfahren zur Bestimmung von Testfällen und zur Bewertung der Adäquatheit von Testsuiten und können diese anwenden.</p> <p>Die Studierenden kennen die Prinzipien guten objektorientierten Designs und können durch Refactoring die Qualität des Designs eines Systems verbessern. Sie können Ideen und Konzepte sicher und überzeugend darstellen und haben die Fähigkeit zur Zusammenarbeit im Team.</p> <p>Die Studierenden erwerben insgesamt Kenntnisse in Methoden zur Entwicklung großer Softwaresysteme und der Konstruktion von Abstraktionen sowie die Fähigkeit zu deren Anwendung im Projektkontext. Sie können alternative Vorgehensweisen wissenschaftlich fundiert bewerten und für ein Projekt geeignete auswählen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytisch-methodische Kompetenz</li> <li>• Abwägen von Lösungsansätzen</li> <li>• Abstraktionsfähigkeit</li> <li>• Moderieren fachlicher Sitzungen</li> <li>• Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit Lehrbüchern und Arbeit in selbstorganisierten Teams</li> <li>• Kenntnisse von praxisrelevanten Aufgabenstellungen</li> </ul>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 240 Std.</p> <p>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Programmierkenntnisse in Java (empfohlen)</p> <p>Modul Softwaretechnik (INF-0120) - empfohlen</p>		
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>

<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs
---------------------	---

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Softwaretechnik II (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  <b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p><b>Agile Softwareentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklungsmethoden (Scrum)</li> <li>• Agile Praktiken</li> <li>• Agile Werte, Prinzipien und Methoden</li> </ul> <p><b>Refactoring</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Code Smells</li> <li>• Prinzipien des objektorientierten Designs</li> <li>• Wichtige Refactorings</li> </ul> <p><b>Testen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Testprozess und Ziele des Testens</li> <li>• Testarten</li> <li>• Methoden zur Testfallgewinnung</li> <li>• Adäquatheitskriterien beim Blackbox- und Whitebox-Testen</li> </ul> <p><b>Requirements Engineering</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgaben, Begriffe und Artefakte</li> <li>• RE-Prozess</li> <li>• Techniken zur Requirements-Elicitation, -Analyse und -Dokumentation</li> <li>• Qualitätskriterien für Software-Requirements</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pohl, Rupp: Basiswissen Requirements Engineering, dpunkt Verlag 2009</li> <li>• U. Hammerschall, G. Benekean: Software Requirements, Pearson 2013</li> <li>• S. Robertson, J. Robertson: Mastering the Requirements Process, Addison-Wesley 2013</li> <li>• Bleek, Wolf: Agile Softwareentwicklung, dpunkt Verlag 2008</li> <li>• R. Pichler: Scrum, dpunkt.verlag 2008</li> <li>• Spillner, Linz: Basiswissen Softwaretest, dpunkt Verlag 2005</li> <li>• Fowler: Refactoring, Addison-Wesley 1999</li> <li>• Vorlesungsfolien mit schriftlichen Ergänzungen und Anmerkungen</li> </ul>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Softwaretechnik 2 (Vorlesung)</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p>
<p><b>Modulteil: Softwaretechnik II (Übung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  <b>SWS:</b> 4,00</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Übung zu Softwaretechnik 2 (Übung)</b></p>

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Softwaretechnik II**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0130: Formale Methoden im Software Engineering</b> <i>Formal Methods in Software Engineering</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Reif		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <b>Fachbezogene Kompetenzen:</b> Die Studierenden können mathematisch-formale Methoden für die Programmverifikation, speziell bei sicherheitskritischer Software einsetzen. Durch das Verständnis von Kalkülen trainieren sie die Fertigkeit zum logischen, konzeptuellen und analytischen Denken. Sie können Spezifikationen von Datenstrukturen entwerfen und deren Eigenschaften formal beweisen. Sie sind in der Lage, funktionale Eigenschaften von sequentiellen und nebenläufigen Programmen zu formulieren und dafür Beweise zu erstellen. Sie erwerben die Fertigkeit zur abstrakten, modularen Modellierung von Softwaresystemen und zur systematischen Entwicklung von korrekten Programmen aus diesen Modellen. Sie erwerben dadurch die Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung komplexer Informatikproblemstellungen und können mit geeigneten Methoden wissenschaftlich aussagekräftige Bewertungen abgeben. Sie erwerben Fähigkeiten, um Beiträge zur Wissenschaft zu leisten. <b>Schlüsselqualifikationen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Training des logischen Denkens</li> <li>• Analytisch-methodische Kompetenz</li> <li>• Erwerb von Abstraktionsfähigkeiten</li> <li>• Fähigkeiten zur Modellbildung für Softwaresysteme</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 60 Std. Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Formale Methoden im Software Engineering (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Inhalte:</b> Übergeordnetes Ziel ist die Produktion beweisbar korrekter Software. In der Vorlesung werden verschiedene klassische Methoden für die Programmverifikation im Kleinen behandelt. Darüber hinaus werde innovative Techniken für die formale Modellierung und Verifikation großer Systeme vermittelt. Als Werkzeug kommt das KIV-System zum Einsatz, das die formale Spezifikation und Verifikation von Systemen ermöglicht. Konkrete Inhalte sind: Algebraische Spezifikationen, interaktives Theorembeweisen, Hoare-Logik, Dynamische Logik, Temporallogik

**Literatur:**

- Sperschneider, Antoniou: Logic: A Foundation for Computer Science, Addison Wesley 1991
- Loeckx, Ehrich, Wolf: Specification of Abstract Data Types, Wiley 1996
- Ausführliche Dokumentation
- Folienhandout

**Modulteil: Formale Methoden im Software Engineering (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 4,00

**Prüfung**

**Formale Methoden im Software Engineering**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0133: Selbstorganisierende, adaptive Systeme</b> <i>Self-Organising, Adaptive Systems</i>		8 ECTS/LP
Version 3.0.0 (seit WS20/21) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Reif		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden haben vertiefte Fachkenntnisse über die Eigenschaften und den Aufbau selbst-organisierender Systeme aus der Biologie, Soziologie, Physik und anderen Bereichen und der systematischen Modellierung und Konstruktion adaptiver Systeme in der Informatik und können solche Systeme analysieren und selbst entwerfen. Sie kennen Vor- und Nachteile verschiedener Entwurfsalternativen und können sie im Kontext der Problemstellung bewerten. Sie haben die Fertigkeit zum analytischen und konzeptionellen Denken und können geeignete Methoden auswählen und anwenden und wissenschaftlich aussagekräftige Bewertungen abgeben. Die Studierenden sind in der Lage, adaptive Systeme adäquat zu modellieren und dokumentieren.</p> <p>Außerdem kennen die Studierenden praxisrelevante Fragestellungen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytisch-methodische Kompetenz</li> <li>• Abwägen von Lösungsansätzen</li> <li>• Erwerb von Abstraktionsfähigkeiten</li> <li>• Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis</li> </ul>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 60 Std. Übung (Präsenzstudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Selbstorganisierende, adaptive Systeme (Vorlesung)</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung		
<b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester		
<b>SWS:</b> 2,00		
<p><b>Inhalte:</b> In der Vorlesung werden die Grundlagen verschiedener Selbst-Organisationsmechanismen sowie das Handwerkszeug, um diese in IT-Systemen einsetzen zu können, vermittelt. Im Verlauf der Veranstaltung werden verschiedene Beispiele für selbstorganisierende Systeme vorgestellt, untersucht und Anwendungen der erlernten Organisationsprinzipien auf Beispiele aus der Informatik erläutert. Schließlich werden Methoden betrachtet, mit deren Hilfe sich Selbst-Organisation und Adaptivität in die Entwicklung komplexer Computersysteme integrieren lassen. Konkrete Themen sind: Selbst-Organisation, Emergenz, Chaostheorie, zelluläre Automaten, Spieltheorie, Multi-Agentensysteme, Autonomic Computing, Organic Computing.</p>		

**Literatur:**

- Gleick: Chaos: Making a New Science, Penguin 2008
- Strogatz: Sync : The Emerging Science of Spontaneous Order, Hyperion 2003
- Miller, Page: Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life, Princeton University Press 2007
- Dawkins: The Selfish Gene, Oxford University Press, 3rd Revised Edition
- Wolfram: A New Kind of Science, Wolfram Media Inc. 2002
- von Neumann, Morgenstern: Theory of Games and Economic Behavior, 2004
- Folienhandout

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Selbstorganisierende, adaptive Systeme** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

"Selbstorganisierende, adaptive Systeme" beschäftigt sich mit theoretischen Grundlagen, die für die Entwicklung von offenen Multiagentensystemen nötig sind. Dabei folgt die Vorlesung vor allem dem Aufbau von <http://www.masfoundations.org/> und behandelt Spieltheorie, Mechanism Design und (verteilte) Constraint-Optimierung. Sie richtet sich vor allem an den Anwendungsfällen des Lehrstuhls flexible Produktion (<https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/fai/isse/projects/soproduction/>) und Planung und Selbstorganisation in mobilen Multi-Roboter-Systemen (<https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/fai/isse/projects/combo/>) aus.

**Modulteil: Selbstorganisierende, adaptive Systeme (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 4,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Selbstorganisierende, adaptive Systeme** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Selbstorganisierende, adaptive Systeme**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0147: Prozessorarchitektur</b> <i>Processor Architecture</i>		5 ECTS/LP
Version 2.2.0 (seit SoSe20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sebastian Altmeyer Dr. Martin Frieb		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden verstehen die Prinzipien des Aufbaus folgender Prozessoren auf einem fortgeschrittenen, praxisorientierten, aber wissenschaftlichen Niveau: superskalare Mikroprozessoren, Multi- und Manycore-Prozessoren, Signalprozessoren, Smartphone-Prozessoren und GPUs. Außerdem lernen sie aktuelle Konzepte der Prozessorarchitektur kennen und können Vor-/Nachteile aktueller und zukünftiger Prozessoren anhand ihres internen Aufbaus einschätzen und beurteilen. Sie verstehen die Funktionsweise von verschiedenen Komponenten von Mikroprozessoren und deren Zusammenspiel. Somit ist es den Studierenden möglich, den Einfluss verschiedener Architekturerweiterungen auf das Gesamtsystem einzuordnen. Ebenso können sie unterscheiden, wann es sinnvoll ist, speichergekoppelte, nachrichtengekoppelte oder datenparallele Prozessoren einzusetzen, und differenzieren zwischen Techniken für energieeffiziente oder hochperformante Prozessoren. In der Übung simulieren die Studierenden verschiedene Prozessorarchitekturen und Sprungvorhersagetechniken und bewerten deren Einfluss auf die Laufzeit und den Energieverbrauch.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Analytisch-methodische Kompetenz, Abwägung von Lösungsansätzen, Präsentation von Lösungen von Übungsaufgaben; Fertigkeit zur verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen; Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern; Qualitätsbewusstsein, Akribie; Selbstreflexion; verantwortliches Handeln vor dem Hintergrund von Unzulänglichkeit und widerstreitenden Interessen; Fertigkeit, mit geeigneten Methoden wissenschaftlich aussagekräftige Bewertungen anzustellen; Kompetenz zum Erkennen von bedeutenden technischen Entwicklungen</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Rechnerarchitektur (Pipelining, Speicherhierarchie, z.B. "Systemnahe Informatik" an der Uni Augsburg)</li> <li>• Grundkenntnisse in Assemblerprogrammierung (z.B. RISC-V-, DLX-, MIPS-, ARM-, x86-Assembler)</li> </ul> <p>Modul Systemnahe Informatik (INF-0138) - empfohlen</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 4,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	
<p><b>Modulteile</b></p>		
<p><b>Modulteil: Prozessorarchitektur (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 2,00</p>		

**Inhalte:**

- CISC
- Simple and advanced Pipelines
- Superscalar & Out-of-Order Execution
- Branch Prediction
- VLIW/EPIC
- Multithreading
- Vector Processors & GPUs
- Warehouse Scale Computing

**Literatur:**

- John L. Hennessy, David A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach, Morgan Kaufmann, 6th Edition, 2019
- Uwe Brinkschulte, Theo Ungerer, Mikrocontroller und Mikroprozessoren, Springer Verlag, Heidelberg, dritte Auflage 2010

**Modulteil: Prozessorarchitektur (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Prozessorarchitektur**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0149: Praktikum Eingebettete Systeme</b> <i>Practical Module Embedded Systems</i>		5 ECTS/LP
Version 2.2.0 (seit SoSe20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sebastian Altmeyer		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden entwickeln im Lauf des Semesters nach und nach ein eigenständiges eingebettetes System als zusammenhängende Semesteraufgabe. Eine Kernaufgabe des Praktikums ist dabei das Analysieren der Eigenschaften und Erkennen der Funktionalität von Mikrocontrollern und Peripherie anhand von Datenblättern und Spezifikationen. Die Studenten erhalten dadurch die Möglichkeit, die für eine Aufgabe benötigten Komponenten zusammenzustellen und eine passende Schnittstellen zu definieren. Durch die geforderte Entwicklung und Implementierung für einen Mikrocontroller wenden die Studierenden die erlernten Konzepte direkt in der Praxis an. Dabei steht die Interaktion mit Sensoren und Aktoren sowie die Kommunikation mit anderen Systemteilen im Vordergrund. Dazu können sie unterschiedliche Arten der Ablaufsteuerung identifizieren und anwenden. Im Lauf des Praktikums lernen die Studierenden, komplexe Aufgabenstellungen zu planen, Lösungen zu konstruieren und deren Funktionalität zu prüfen und zu bewerten. Der im Praktikum angestrebte Austausch unter den Studierenden ermöglicht es ihnen die erzielten Resultate angemessen zu vergleichen und zu diskutieren.</p> <p>Die Studierenden erwerben Kompetenzen in den folgenden Bereichen auf einem fortgeschrittenen, praxisorientierten, aber wissenschaftlichen Niveau: selbstständiges Arbeiten mit Mikrocontrollern, Datenblättern und Spezifikationen, Anbindung von analoger und digitaler Peripherie, Entwurf und Modellierung von eingebetteter Software mit Zustandsdiagrammen sowie deren Realisierung in Code. Weitere Schwerpunkte sind die Konfiguration von sequentiellen Schnittstellen sowie Scheduling und task-basierte Programmierung.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <p>Fertigkeit zur verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ideen, Konzepten und Ergebnissen; Qualitätsbewusstsein, Akribie; Projektgebundene Arbeit und Zeitmanagement; Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden; Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern; Selbstreflexion</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 150 Std. 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Praktikum (Präsenzstudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Kenntnisse in C.</p>		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im SoSe)	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<p><b>Modulteil: Praktikum Eingebettete Systeme</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Praktikum <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im SoSe) <b>SWS:</b> 4,00</p>		

**Inhalte:**

In dem Praktikum "Eingebettete Systeme" sollen die Herausforderungen für das Programmieren von eingebetteten Systemen erlernt werden. Als zentrale Plattform dient ein Entwicklungsboard welches einen Mikrocontroller sowie diverse Sensoren, Aktoren bzw. Anzeigen und Schnittstellen für weitere Peripherie bietet. Die Programmierung erfolgt hardwarenah in C und die erstellten Programme sollen verschiedene Sensoren auslesen und entsprechende Aktuatoren stellen. Dabei sollen insbesondere die Herausforderungen eingebetteter Systeme, wie z.B. das Zeitverhalten der Software sowie das Arbeiten mit Datenblättern kennengelernt werden. Gegen Ende des Praktikums sollen die anfänglich erlernten Grundkenntnisse vertieft und bereits vorhandene Teilkomponenten zu einem komplexeren eingebetteten System zusammengefügt werden.

**Literatur:**

- Zhu, Yifeng: Embedded Systems with ARM Cortex-M Microcontrollers in Assembly Language and C, Third Edition, E-Man Press LLC, 2017
- White, Elecia: Making Embedded Systems, O'Reilly Media Inc., 2012
- Marwedel, Wehmeyer: Eingebettete Systeme, Springer Verlag, Heidelberg, 2007

**Prüfung**

**Praktikum Eingebettete Systeme**

praktische Prüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0166: Multimedia Grundlagen II</b> <i>Foundations of Multimedia II</i>		8 ECTS/LP
Version 1.3.0 (seit SoSe13) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Elisabeth André		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul beherrschen die Studierenden wesentliche Grundlagen und Techniken zum Entwurf, der Realisierung und der Evaluation von Systemen der multimodalen Mensch-Technik Interaktion. Diese werden u.a. an Beispielen und aktuellen Entwicklungen durchgespielt um im Rahmen dessen die speziellen Anforderungen der Mensch-Technik zu identifizieren und zu verstehen. Studierende erlangen die Kompetenz die Vor- und Nachteile von geeigneten Methoden und deren Auswahl und sicheren Anwendung für die Umsetzung von Entwurfsalternativen identifizieren, gegenüberstellen und einordnen. Sie sind außerdem in der Lage die Entwurfsalternativen im jeweiligen Anwendungszusammenhang zu bewerten und aufgrund dessen fachliche Lösungskonzepte in Programme umzusetzen. Im Rahmen der modulbegleitenden Übung erwerben Studierende Fertigkeiten zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken sowie durch die praktische Anwendung der Methoden ein Qualitätsbewusstsein und Akribie für die wissenschaftliche Arbeitsweise.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Mathematisch-formale Grundlagen; Kompetenz zur Vernetzung unterschiedlicher Fachgebiete; Kenntnisse von praxisrelevanten Aufgabenstellungen ; Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung von Informatikproblemstellungen; Fertigkeit zur Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien; Quantitative Aspekte der Informatik; Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken; Methoden zur Entwicklung größerer Softwaresysteme, Konstruktion von Abstraktionen und Architekturen; Fertigkeit der Zusammenarbeit in Teams; Fertigkeit zur verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b> Programmiererfahrung Modul Multimedia Grundlagen I (INF-0087) - empfohlen</p>		
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 6,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	
<p><b>Modulteile</b></p>		
<p><b>Modulteil: Multimedia Grundlagen II (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 4,00</p>		

**Inhalte:**

Interaktionsformen und -metaphern, Erkennung und Interpretation von Benutzereingaben, Generierung und Synchronisation von Systemausgaben, Multimodale Dialogsysteme, Benutzer- und Diskursmodellierung, Agentenbasierte Multimodale Interaktion, Evaluation von multimodalen Benutzerschnittstellen, Benutzungsschnittstellen der nächsten Generation (Perzeptive Interfaces, Emotionale Interfaces, Mensch-Roboter Interaktion etc.)

**Literatur:**

- Schenk, G. Rigoll: Mensch-Maschine-Kommunikation: Grundlagen von sprach- und bildbasierten Benutzerschnittstellen
- Daniel Jurafsky, James H. Martin: Speech and Language Processing. Pearson Prentice Hall
- T. Mitchell: Machine Learning, McGraw Hill

**Modulteil: Multimedia Grundlagen II (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Multimedia Grundlagen II**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0179: Einführung in die Spieleprogrammierung</b> <i>Introduction to Game Programming</i>		8 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit SoSe13) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Elisabeth André		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul verstehen die Studierenden die wesentlichen Konzepte zur Entwicklung eines Spiels. Sie sind in der Lage, eigene Gameplay-Konzepte umzusetzen und passende KI-Verfahren zu Entscheidungsfindung sowie Ablaufsteuerung einzusetzen. Sie verfügen über die Kenntnisse der Denkweise und die Sprache anwendungsrelevanter Disziplinen. Im Rahmen der Vorlesung erlernen sie, KI-Komponenten mit geeigneten Methoden wissenschaftlich aussagekräftig zu bewerten, die Methoden und Algorithmik selbstständig zu entwickeln und technisch umzusetzen. Besonders gefördert wird in diesem Rahmen auch die Fertigkeit zur sicheren und überzeugenden Darstellung von Ideen und Konzepten, verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen sowie zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden, Fachübergreifende Kenntnisse, Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung komplexer Informatikproblemstellungen, Fertigkeit zur Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien für komplexe Probleme, Verstehen von Teamprozessen, Fertigkeit der Zusammenarbeit in Teams, Selbstreflexion; verantwortliches Handeln vor dem Hintergrund von Unzulänglichkeit und widerstreitenden Interessen, Qualitätsbewusstsein, Akribie</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> Ferienaufgabe		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Moduleile</b>
<p><b>Moduleil: Einführung in die Spieleprogrammierung (Vorlesung)</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  <b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Inhalte:</b>          Game Engines, Entscheidungsfindung für KI-Charaktere, Wegfindung und Navigation, Gruppenverhalten und Gruppendynamik, Animationen, Physik, Storytelling, Ein-/Ausgabemethodik, Audio, Game Design, Grafik und Shaderprogrammierung</p>
<p><b>Literatur:</b>          Skript</p>

**Modulteil: Einführung in die Spieleprogrammierung (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 4,00

**Prüfung**

**Einführung in die Spieleprogrammierung**

Portfolioprüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

**Beschreibung:**

<b>Modul INF-0183: Praktikum Spieleprogrammierung</b> <i>Practical Module Game Programming</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe13) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Elisabeth André		
<b>Inhalte:</b> Innerhalb des Praktikums sollen ein oder mehrere Spiele entwickelt werden. Der inhaltliche Schwerpunkt des Praktikums wird jedes Jahr neu festgelegt.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul verfügen die Studierenden über vertiefte praktische Erfahrungen in der Spieleentwicklung. Sie sind in der Lage, in kleinen Teams größere Projektaufgaben zu planen, nach einem selbst entwickelten Projektplan zu lösen und die Resultate angemessen im Plenum zu diskutieren und zu präsentieren. Sie sind in der Lage, fachliche Lösungskonzepte in Programme und Modelle zu übersetzen und beherrschen die Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden. Sie verfügen über die Kenntnisse der Denkweise und die Sprache anwendungsrelevanter Disziplinen. Im Rahmen des Praktikums werden ausgewählte Themen der Spieleprogrammierung über den Stand der Einführung in die Spieleprogrammierung (INF-0179) hinaus vertieft. Außerdem erlernen die Studierenden, verschiedene Komponenten eines Spiels mit geeigneten Methoden wissenschaftlich aussagekräftig zu bewerten, die Methoden und Algorithmen selbstständig zu entwickeln und technisch umzusetzen. Besonders gefördert wird in diesem Rahmen auch die Fertigkeit zur sicheren und überzeugenden Darstellung von Ideen und Konzepten, verständliche Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen sowie zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken. <b>Schlüsselqualifikationen:</b> Fertigkeit der sicheren und überzeugenden Darstellung von Ideen und Konzepten; Kenntnisse der Denkweise und Sprache anwendungsrelevanter Disziplinen; Verstehen von Teamprozessen; Fertigkeit der Zusammenarbeit in Teams; Fähigkeit zur Leitung von Teams; Fertigkeit zur verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen; Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern; Fähigkeit, Beiträge zur Wissenschaft zu leisten; Kompetenz zum Erkennen von bedeutenden technischen Entwicklungen; Qualitätsbewusstsein, Akribie.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Praktikum (Präsenzstudium) 150 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Modul Einführung in die Spieleprogrammierung (INF-0179) - empfohlen		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Praktikum Spieleprogrammierung</b> <b>Lehrformen:</b> Praktikum <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 6,00
<b>Inhalte:</b> Innerhalb des Praktikums soll ein Spiel entwickelt werden. Der inhaltliche Schwerpunkt des Praktikums wird jedes Jahr neu festgelegt.

**Literatur:**

Literaturhinweise werden zu Beginn des Semesters bekanntgegeben.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Praktikum Spieleprogrammierung** (Praktikum)

*\*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.\**

Informationen zur Veranstaltung finden Sie auf unserer Lehrstuhlwebsite: <https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/fai/informatik/prof/hcm/studies/lehrveranstaltungen/praktikum-spieleprogrammierung/>

**Prüfung**

**Praktikum Spieleprogrammierung**

praktische Prüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0207: Reinforcement Learning</b> <i>Reinforcement Learning</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Elisabeth André		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul verstehen die Studierenden die wesentlichen Konzepte des Reinforcement Learnings. Sie sind in der Lage, fachliche Lösungskonzepte in Programme und Modelle zu übersetzen und beherrschen die Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden. Sie verfügen über die Kenntnisse der Denkweise und die Sprache anwendungsrelevanter Disziplinen. Im Rahmen der Vorlesung erlernen sie, lernende Komponenten mit geeigneten Methoden wissenschaftlich aussagekräftig zu bewerten, die Methoden und Algorithmen selbstständig zu entwickeln und technisch umzusetzen. Besonders gefördert wird in diesem Rahmen auch die Fertigkeit zur sicheren und überzeugenden Darstellung von Ideen und Konzepten, verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen sowie zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Fortgeschrittene mathematisch-formale Methodik, Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung komplexer Informatikproblemstellungen, Fertigkeit zur Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien für komplexe Probleme, Verstehen von Teamprozessen, Fertigkeit der Zusammenarbeit in Teams, Selbstreflexion; verantwortliches Handeln vor dem Hintergrund von Unzulänglichkeit und widerstreitenden Interessen, Qualitätsbewusstsein, Akribie</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 60 Std. Übung (Präsenzstudium) 120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Moduleile</b>		
<b>Modulteil: Reinforcement Learning (Vorlesung)</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung		
<b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester		
<b>SWS:</b> 2,00		
<b>Inhalte:</b> Markov-Entscheidungsproblem, Dynamische Programmierung, Monte Carlo Methoden, TD-Lernen, Eligibility Traces, Hierarchisches Bestärkendes Lernen, Planen und Lernen, Generalisierung		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript</li> <li>• Richard S. Sutton und Andrew G. Barto. Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press, 1998</li> </ul>		

**Modulteil: Reinforcement Learning (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 4,00

**Prüfung**

**Reinforcement Learning**

Portfolioprüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0233: Industrierobotik</b> <i>Industrial Robotics</i>		8 ECTS/LP
Version 2.2.0 (seit SoSe17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Reif		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden sind in der Lage Industrieroboter zu programmieren, kennen das dafür erforderliche methodische Vorgehen und können die Eignung verschiedener Vorgehensweise bewerten. Sie können fachliche Lösungskonzepte in Roboterprogramme umsetzen und dabei Entwurfsalternativen bewerten und anwenden. Sie haben Kenntnisse von praxisrelevanten Aufgabenstellungen in der automatisierten Fertigung. Sie haben die Fertigkeit zum analytischen und konzeptionellen Denken.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytisch-methodische Kompetenz</li> <li>• Abwägen von Lösungsansätzen</li> <li>• Erwerb von Abstraktionsfähigkeiten</li> </ul>		
<p><b>Bemerkung:</b> Dieses Modul ersetzt das Modul "INF-0132: Software in Mechatronik und Robotik". Sofern dieses bereits belegt wurde, ist eine erneute Belegung <b>nicht</b> möglich.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 60 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im SoSe)	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<p><b>Modulteil: Industrierobotik (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im SoSe) <b>SWS:</b> 2,00</p>		
<p><b>Inhalte:</b> Ziel der Veranstaltung ist es, an Beispielen die Programmierung und der Entwurf von Software für Industrieroboter, wie sie z.B. in der Automobilindustrie verwendet werden, zu erlernen. Dazu werden im ersten Teil der Vorlesung Grundlagen wie Kinematik und Bahnplanung mit Hilfe simulationsbasierter Programmieransätze behandelt. Im zweiten Teil der Vorlesung werden verschiedene, kleine Programmieraufgabenstellungen bearbeitet und auf einem KUKA Roboter evaluiert. Die Programmierung erfolgt mit der Roboterprogrammiersprache KRL.</p>		

**Literatur:**

- L. Sciavicco, B. Siciliano: Modelling and Control of Robot Manipulators. Reihe: Advanced Textbooks in Control and Signal Processing. Springer 2000 (2nd Ed.)
- Handbücher von KUKA
- Folienhandout

**Modulteil: Industrierobotik (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig (i. d. R. im WS)

**SWS:** 4,00

**Prüfung**

**Industrierobotik**

Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten

Bearbeitungsfrist: 3 Monate, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0277: Analyzing Massive Data Sets</b> <i>Analyzing Massive Data Sets</i>		8 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit SoSe18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Michael Fischer		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage die Konzepte und Methoden, Verfahren, Techniken und Technologien zur Analyse von massiv großen Datensätzen zu verstehen und zu bewerten. Mögliche Inhalte umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Information Retrieval</li> <li>• Ähnlichkeitssuche und Clustering</li> <li>• Analyse von Datenströmen und temporalen Daten</li> <li>• Webgraphen: Linkanalyse und soziale Netzwerke</li> <li>• Dynamische Netzwerke und Informationsausbreitung</li> <li>• Empfehlungssysteme und Onlinewerbung</li> <li>• Berechnungsverfahren für massive Datensätze</li> </ul> <p>Außerdem können die Studierenden fachliche Lösungskonzepte zur Analyse großer Datensätze in Programme umsetzen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken, Abwägen von Lösungsansätzen, Erwerb von Abstraktionsfähigkeiten; Fachspezifische Vertiefung; Umsetzen fachlicher Lösungskonzepte in Programme und Modelle; Kenntnisse der Vor-/Nachteile von Entwurfsalternativen und Bewertung im jeweiligen Anwendungszusammenhang; Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden; Fertigkeit, mit geeigneten Methoden wissenschaftlich aussagekräftige Bewertungen anzustellen; Fertigkeit zur Lösung von Problemen unter praxisnahen Randbedingungen; Kompetenz zum Erkennen von bedeutenden technischen Entwicklungen;</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b> Modul Datenbanksysteme (INF-0073) - empfohlen Modul Diskrete Strukturen für Informatiker (INF-0109) - empfohlen Modul Informatik 3 (INF-0111) - empfohlen</p>		
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> Sommersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 6,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	
<p><b>Modulteile</b></p> <p><b>Modulteil: Analyzing Massive Data Sets (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im SoSe) <b>SWS:</b> 4,00</p>		

**Inhalte:**

Die Vorlesung behandelt grundlegende Konzepte zur Analyse massiv großer Datensätze wie Informationsextraktion, Ähnlichkeitssuche, Clustering, Link- und Netzwerkanalyse sowie deren Implementierung.

**Literatur:**

- Mining of Massive Datasets. J. Leskovec, A. Rajaraman, J.D. Ullman. Cambridge University Press, 2014
- D. Easley, J. Kleinberg. Networks, Crowds, and Markets: Reasoning About a Highly Connected World. Cambridge University Press, 2010.
- R. Baeza-Yates, B. Ribeiro-Neto: Modern Information Retrieval

Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben

**Modulteil: Analyzing Massive Data Sets (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch / Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig (i. d. R. im SoSe)

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Analyzing Massive Data Sets**

Portfolioprüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0293: Advanced Deep Learning</b> <i>Advanced Deep Learning</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Rainer Lienhart		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>After participating in the practical module, students will have detailed and up-to-date expertise in the field of machine learning, enabling them to identify significant technical developments and implement a complete pipeline for multimodal data processing using deep neural networks. They will be able to precisely describe and discuss problems and results in the field, as well as apply learned concepts and methods to similar machine learning problems.</p> <p>Furthermore, students will analyze advanced concepts, methods, techniques, and technologies in machine learning to apply them in research projects, transfer them to real-world industry-related tasks, and actively contribute to them. They will learn to transfer scientifically demanding topics in machine learning to other research questions and, based on this, develop a complex project as a group.</p> <p>Additionally, students will develop teamwork and communication skills, enabling them to discuss problems in the field, present and describe questions and intermediate results, and deliver structured presentations. They will also be capable of conducting detailed experiments, assessing results, making comparisons, and evaluating plausibility.</p> <p><b>Key Qualifications:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Advanced mathematical and formal methodology</li> <li>• Implementation of domain-specific solution concepts in programs and models</li> <li>• Methods for developing large-scale software systems, construction of abstractions and architectures</li> <li>• Interdisciplinary knowledge</li> <li>• Systematic advancement of design methods</li> <li>• Ability to present ideas and concepts convincingly and effectively</li> <li>• Understanding of team processes</li> <li>• Team collaboration skills</li> <li>• Ability to lead teams</li> <li>• Understanding workflows and processes in applied computer science</li> <li>• Problem-solving skills under real-world constraints</li> <li>• Self-reflection and responsible action in the face of uncertainty and conflicting interests</li> <li>• Ability to independently expand existing knowledge</li> <li>• Quality awareness and meticulousness</li> </ul>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 240 Std.</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>20 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p>40 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Grundkenntnisse in maschinellem Lernen und maschinellem Sehen (Grundstudiums-Vorlesungen "Multimedia Grundlagen 1" bzw. "Grundlagen der Signalverarbeitung und des Maschinellen Lernens")</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Passing the portfolio examination</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 6,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Advanced Deep Learning (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Deep Learning in general</li><li>• Deep Convolutional Neural Networks</li><li>• Transfer Learning</li><li>• Recurrent Neural Networks / LSTM Networks</li><li>• Natural Language Processing</li><li>• Multimodal Fusion (Vision+Language)</li><li>• Application: Image Captioning</li></ul>
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Advanced Deep Learning</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>
<b>Modulteil: Advanced Deep Learning (Übung)</b> <b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 4,00
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Übung zu Advanced Deep Learning</b> (Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>
<b>Prüfung</b> <b>Advanced Deep Learning</b> Portfolioprüfung, Die Endnote setzt sich aus bewerteten Übungsblättern und einem bewerteten Teamprojekt zusammen., benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0307: Modellbasierte Entwicklung und Analyse von Software Systemen</b> <i>Model-Based Development and Analysis of Software Systems</i>		6 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit SoSe19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Bauer		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Modellbasierte Entwicklung und Analyse von Software Systemen befasst sich mit der Effizienzsteigerung in der Softwareherstellung durch Automatisierung und Wiederverwendung. Die Teilnehmer lernen in der Veranstaltung Methoden zur modellgetriebenen Entwicklung von Softwaresysteme anzuwenden und zu vergleichen. Sie entwickeln dabei vertiefte, fachspezifische Lösungskonzepte für MDS. Sie können aktuelle Technologien und Standards für MDS bewerten und analysieren deren Anwendbarkeit in praxisrelevanten Aufgabenstellungen. Die Teilnehmer bauen Fertigkeiten zur Analyse und Strukturierung komplexer Informatikproblemstellungen bei der Generierung von Infrastrukturcode, Subsysteme, Konfigurationen oder ganze Anwendungen aus Modellen auf. Dabei entwickeln sie Fertigkeiten zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken und können Problemlösungen systematisch entwickeln und beurteilen.		
<b>Schlüsselqualifikation:</b> Fachübergreifende Kenntnisse; Kompetenz zur Vernetzung unterschiedlicher Fachgebiete; Team- und Kommunikationsfähigkeit; Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern; Qualitätsbewusstsein; Kennenlernen der Abläufe und Prozesse im Anwendungsumfeld der Informatik; Formale quantitative Grundlagen kennen und verstehen; Fertigkeit zur verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 23 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 22 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Übung (Präsenzstudium) 45 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Frühere Veranstaltung "Modellgetriebene Softwareentwicklung" darf <b>nicht</b> belegt worden sein wegen Überschneidungen.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im SoSe)	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 5,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Modellbasierte Entwicklung und Analyse von Software Systemen (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im SoSe) <b>SWS:</b> 3,00		
<b>Inhalte:</b> Modellbasierte Entwicklung und Analyse von Software Systemen befasst sich mit der Effizienzsteigerung in der Softwareherstellung durch Automatisierung und Wiederverwendung. Dabei werden Infrastrukturcode, Subsysteme, Konfigurationen oder ganze Anwendungen aus Modellen generiert.		

**Literatur:**

- Folien
- Pohl et al. Software Product Line Engineering: Foundations, Principles, and Techniques
- Kleppe et al: MDA explained
- Hitz et al: UML@Work
- weitere Literatur in der Vorlesung zu speziellen Themen

**Modulteil: Modellbasierte Entwicklung und Analyse von Software Systemen (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig (i. d. R. im SoSe)

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Modellbasierte Entwicklung und Analyse von Software Systemen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0309: Echtzeitsysteme</b> <i>Real-Time Systems</i>		8 ECTS/LP
Version 1.11.0 (seit WS19/20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sebastian Altmeyer		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Die Vorlesung vermittelt grundlegende und weiterführende Kenntnisse zu Echtzeitsystemen wie sie in nahezu allen eingebetteten Systemen, jedoch speziell in den Bereichen Automobil, Luft-/Raumfahrt und Robotik vorkommen. Die theoretischen Grundlagen werden sich am aktuellen Forschungsstand orientieren und eine weitere Beschäftigung der Studierenden mit dem Thema eingebettete Echtzeitsysteme auf wissenschaftlichen Niveau ermöglichen.</p> <p>Die Vorlesung wird den Studierenden die Fähigkeit vermitteln verschiedene eingebettete Systeme anhand ihrer Echtzeitanforderungen zu unterscheiden und einzuordnen. Die Studierenden lernen aktuelle Methoden zur Validierung des Zeitverhaltens anzuwenden, zu vergleichen, und im Hinblick auf eine mögliche Zertifizierung des Zeitverhaltens kritisch zu analysieren. Dies beinhaltet die Optimierung und Auswahl von Echtzeit-Schedules und deren Verifikation. Die Vorlesung behandelt zudem verschiedene Prozessortypen, und wird näher auf die Besonderheiten von Einkern und Mehrkern-Prozessoren im Echtzeitbereich eingehen. Die Studierenden werden hierbei in die Lage versetzt, Prozessoren anhand ihrer Eignung für Echtzeitsysteme zu klassifizieren und den Einfluss von Entwurfsentscheidungen auf das Echtzeitverhalten und die Analyse des Echtzeitverhaltens zu untersuchen.</p> <p>Der Lehrstoff wird anhand von Fallstudien aus den Bereichen Automobil und Luftfahrt exemplifiziert und von den Studierenden anhand eines einfachen Echtzeitsystems angewendet.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Analytisch-methodische Kompetenz, Abwägung von Lösungsansätzen, Präsentation von Lösungen von Übungsaufgaben; Fertigkeit zur verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen; Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern; Qualitätsbewusstsein, Akribie; Selbstreflexion; verantwortliches Handeln vor dem Hintergrund von Unzulänglichkeit und widerstreitenden Interessen</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 240 Std.</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<p><b>Modulteil: Echtzeitsysteme (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im WS)</p> <p><b>SWS:</b> 4,00</p>		

**Inhalte:**

- WCET Analyse
- Scheduling Analyse
- Programmierung von Echtzeitsystemen
- Prozessoren für Echtzeitsysteme
- Echtzeitbetriebssysteme
- Zertifikation von Echtzeitsystemen

**Literatur:**

- Sanjoy Baruah, Marko Bertogna, Giorgio Buttazzo, Multiprocessor Scheduling for Real-Time Systems, Springer, 2015.
- Giorgio Buttazzo, Hard Real-Time Computing Systems: Predictable Scheduling Algorithms and Applications, Springer, 2011.
- Heinz Wörn, Uwe Brinkschulte, Echtzeitsysteme, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, 2005
- Uwe Brinkschulte, Theo Ungerer, Mikrocontroller und Mikroprozessoren, Springer Verlag, Heidelberg, dritte Auflage 2010

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Real-Time Systems (Vorlesung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Echtzeitsysteme sind Computer Systeme, deren Korrektheit nicht nur über das korrekte Ergebnis einer Berechnung, sondern auch über das korrekte Zeitverhalten definiert wird. Vereinfacht gesagt: Wenn ein eingebettetes System zu spät reagiert, ist es genauso unbrauchbar, wie wenn es gar nicht oder falsch reagiert hätte. Ein Airbag zum Beispiel sollte aufgehen, bevor der Kopf des Fahrers auf das Lenkrad knallt. Ein selbstfahrendes Fahrzeug muss ebenso rechtzeitig autonom bremsen, bevor ein Unfall geschehen ist, und eine Kaffeemaschine sollte aufhören Kaffee auszuschenken, bevor die Tasse überläuft. In dieser Vorlesung beschäftigen wir uns mit dem Zeitverhalten eben solcher eingebetteter Echtzeitsysteme. Wir lernen wie wir das Zeitverhalten dieser Systeme beeinflussen und validieren können und wir lernen, welchen Einfluss verschiedene Entwurfsentscheidungen auf das Zeitverhalten haben.... (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: Echtzeitsysteme (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig (i. d. R. im WS)

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Exercise for Real-Time Systems (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Echtzeitsysteme**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

<b>Modul INF-0335: Safety-Critical Systems</b> <i>Safety-Critical Systems</i>		5 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit SoSe20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sebastian Altmeyer		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden lernen die Fehlertoleranzanforderungen in eingebetteten Systemen kennen und ordnen diese anhand der zugrundeliegenden Vorschriften und Normen (z.B. ISO 26262) zum Entwurf sicherheitsrelevanter Systeme ein.</p> <p>Sie können die Ursachen und Effekte von Hardware-Fehlern beschreiben und sind in der Lage, unterschiedliche Redundanztechniken zu analysieren und zu bewerten.</p> <p>Weitere Schwerpunkte der Vorlesung sind die Anwendung der stochastischen Grundlagen der Fehlerrechnung, das Analysieren und Modellieren von Rechensystemen mit Zuverlässigkeitsblockdiagrammen und Fehlerbäumen, sowie das Differenzieren unterschiedlicher Redundanzarten und deren Verwendung in verschiedenen Hard- und Software-Techniken zur Fehlererkennung. Außerdem werden Techniken zur Fehlerkorrektur, Fehlerdiagnose und Rekonfiguration vorgestellt und untersucht.</p> <p>Die Studierenden lernen verschiedene Konzepte fehlertolerierender Rechensysteme aus Theorie und Praxis zu klassifizieren und zu vergleichen, wie z.B. Lockstep-Ausführung, Prozess-Redundanz, ECC-Speicher-Implementierungen oder Kontrollflussüberprüfung.</p> <p>In den praktischen Übungen wenden die Studierenden die Methoden der Modellierung und Fehlerrechnung an verschiedenen Aufgaben an, arbeiten ihre Lösungen aus und vergleichen auf qualitativer Ebene verschiedene Fehlertoleranzkonzepte aus Forschung und Praxis.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Analytisch-methodische Kompetenz in der Analyse fehlertolerierender Rechensysteme, Abwägung von Lösungsansätzen, Verständliche Präsentation von Lösungen von Übungsaufgaben, Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern, Selbstreflexion</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 150 Std.</p> <p>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im SoSe)	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<p><b>Modulteil: Safety-Critical Systems (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im SoSe)</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p>		

**Inhalte:**

Die Vorlesung betrachtet Methoden zur Einhaltung der funktionalen Sicherheit in Rechensystemen, sowie deren Entwurf und Analyse. Zunächst werden verschiedene Fehlerarten charakterisiert und die Bedeutung von Fehlermodellen hervorgehoben. Danach werden unterschiedliche Hardware- und Software-Methoden zur Erkennung und Tolerierung von Fehlern vorgestellt. Die diskutierten Maßnahmen beziehen sich nicht nur auf strukturelle, sondern auch auf zeitliche und informationelle Redundanz (fehlertolerierende Codes). Nach einem kurzen Repetitorium der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kombinatorik werden verschiedene Analysemethoden wie klassische Wahrscheinlichkeitsrechnung, Zuverlässigkeits-Blockdiagramme, Markovketten, FMEA und Fehlerbäume vorgestellt, Unterschiede hervorgehoben und anhand praktischer Beispiele erläutert. Verschiedene Methoden zur Fehlerinjektion, die zur Bewertung von fehlertolerierenden Systemen notwendig sind, werden kurz besprochen.

**Literatur:**

- D. Sorin: Fault Tolerant Computer Architecture, Morgan and Claypool, 2009
- S. Mukherjee: Architecture Design for Soft Errors, Morgan Kaufmann, 2008
- I. Koren, C.M. Krishna: Fault-Tolerant Systems, Morgan Kaufmann, 2007

**Modulteil: Safety-Critical Systems (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig (i. d. R. im SoSe)

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Safety-Critical Systems**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0362: Grundlagen verteilter und paralleler Systeme</b> <i>Foundations of Distributed and Parallel Systems</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS20/21) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Bauer		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, die grundlegenden wissenschaftlichen Konzepte/Begriffe aus dem Bereich der verteilten Systeme einzuordnen und zu bewerten. Anhand von Fallstudien aus der Praxis lernen die Studierenden, den konzeptuellen Aufbau größerer verteilter Systeme zu analysieren, bewerten und in ihre Bestandteile zu gliedern. Sie können die erworbenen Kompetenzen in praxis-orientierten Aufgabenstellungen anwenden und sind in der Lage, in kleinen Teams selbstständig Lösungsansätze unter Berücksichtigung geeigneter Methoden auszuarbeiten und zu präsentieren.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken; Eigenständiges Arbeiten mit (auch englischsprachigen) Lehrbüchern und wissenschaftlicher Fachliteratur; Verständliche Präsentation von Ergebnissen; Erwerb von Abstraktionsfähigkeiten; Fertigkeit der Zusammenarbeit in Teams</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 30 Std. Übung (Präsenzstudium) 45 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 25 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b> Frühere Veranstaltungen "Grundlagen verteilter Systeme" und "Multicore-Programmierung" dürfen <b>nicht</b> belegt worden sein wegen Überschneidungen.</p>		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 5,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<p><b>Modulteil: Grundlagen verteilter und paralleler Systeme (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 3,00</p>		
<p><b>Inhalte:</b> Die Vorlesung "Grundlagen verteilter und paralleler Systeme" beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit folgenden Themen: Einführung in verteilte Systeme, Netzwerk-Grundlagen, Kommunikationsmodelle, Synchronisation und Koordination, Konsistenz und Replikation, Fehlertoleranz, Prozeßmanagement, Infrastruktur heterogener verteilter Systeme, Client/Server Systeme.</p>		
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Folien</li> <li>• Tanenbaum, van Steen: Verteilte Systeme, Pearson Studium</li> <li>• Coulouris, Dollimore, Kindberg: Verteilte Systeme, Pearson Studium</li> <li>• U. Gleim, T. Schüle: Multicore-Software, dpunkt.verlag 2012</li> </ul>		

**Modulteil: Grundlagen verteilter und paralleler Systeme (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Grundlagen verteilter und paralleler Systeme**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0367: Advanced Machine Learning and Computer Vision</b> <i>Advanced Machine Learning and Computer Vision</i>		5 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS20/21) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Rainer Lienhart		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> After successfully completing this module, students will have in-depth advanced knowledge of machine learning (Support Vector Machines and deep neural networks and their basic components) and computer vision (deep neural network architectures and systems) and will be able to apply this knowledge. They will be able to analyze, understand, and programmatically implement scientifically complex methods in the field of image, text, video, and signal processing, and to appropriately apply the learned principles to new problems. They will develop skills in logical, analytical, and conceptual thinking in the fields of machine learning and computer vision. Key Qualifications: advanced mathematical-formal logic; critical reading and analysis of scientific publications; implementing technical solution concepts into models; interdisciplinary knowledge; developing and implementing solution strategies for complex problems; systematic further development of design methods; ability to solve problems under practical constraints.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Übung (Präsenzstudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> "Knowledge of Machine Learning and Computer Vision" (Master's lecture INF-0092 "Multimedia II" or INF-0316 "Machine Learning and Computer Vision")		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Passing the module examination
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Advanced Machine Learning and Computer Vision (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Inhalte:</b> The lecture provides a deeper insight into all aspects of machine learning and computer vision. The concepts learned in the lecture are tested, practiced, analyzed, and evaluated in the exercises using successful real-world examples. The content of the lecture includes: Support Vector Machines, basic building blocks of deep neural networks (layer structures, normalization, attention mechanisms), as well as current reference architectures and systems for image, text, and video processing and their combination with other sensor signals.		
<b>Literatur:</b> References will be announced at the beginning of the semester.		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Advanced Machine Learning and Computer Vision</b> (Vorlesung)		

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

**Modulteil: Advanced Machine Learning and Computer Vision (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Advanced Machine Learning and Computer Vision (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Advanced Machine Learning and Computer Vision (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

The examination can be taken every semester during the examination period.

<b>Modul INF-0371: Approximation Algorithms</b> <i>Approximation Algorithms</i>		5 ECTS/LP
Version 1.3.0 (seit WS20/21) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tobias Mömke		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Knowledge</b></p> <p>Developing an understanding of central topics in the field of approximation algorithms; acquiring powerful mathematical tools to analyze algorithms; improve the ability to abstract and systematically solve optimization problems.</p> <p><b>Methodical Competences</b></p> <p>The students are able to develop and write mathematical proofs in the context of advance algorithmic problems. They are able to understand complex reasoning and judge the correctness of mathematical arguments. The students are able to develop novel solution approaches, as solutions to relevant questions are usually not unique.</p> <p><b>Interdisciplinary Competences</b></p> <p>The students acquire deep knowledge on the origin of algorithmic hardness and methods how to handle such problems, which is relevant in many optimization contexts that appear in industry and planning in a broad spectrum of situations. Such skills are usefull in logistics, production, time planning, mathematics and many other situations.</p> <p><b>Key Skills</b></p> <p>Ability to build intuitive understanding of mathematical formalisms; ability to identify core properties of optimization problems; deep understanding of powerful mathematical tools</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 150 Std.</p> <p>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Basic knowledge of Algorithms and Data Structures (e.g., "INF-0111: Informatik 3") and Theoretical Computer Science (e.g., "INF-0110: Einführung in die Theoretische Informatik").</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Passing the module exam</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 4,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	
<p><b>Modulteile</b></p> <p><b>Modulteil: Approximation Algorithms (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p>		

**Inhalte:**

Given an NP-hard optimization problem, how well can it be approximated in polynomial time? It is exciting and challenging to understand the approximability of fundamental optimization problems. This course mainly focuses on upper bounds, i.e., designing efficient approximation algorithms.

In this course, we will study several classes of problems, such as packing problems, network design, and graph problems. We will cover central algorithmic techniques for designing approximation algorithms, including greedy algorithms, dynamic programming, linear and semi-definite programming, and randomization.

**Literatur:**

- David P. Williamson and David B. Shmoys, The Design of Approximation Algorithms, Cambridge University Press.
- Vijay V. Vazirani, Approximation Algorithms, Springer.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Approximation Algorithms (Vorlesung)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Given an NP-hard optimization problem, how well can it be approximated in polynomial time? It is exciting and challenging to understand the approximability of fundamental optimization problems. This course mainly focuses on upper bounds, i.e., designing efficient approximation algorithms.

**Modulteil: Approximation Algorithms (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch / Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Approximation Algorithms (Übung)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

**Prüfung**

**Approximation Algorithms**

Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0383: Algorithmen für Big Data</b> <i>Algorithms for Big Data</i>		5 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit SoSe21) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tobias Mömke		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <b>Fachbezogene Kompetenzen</b> Entwicklung und Verstehen von zentralen Konzepten im Algorithmen-Design für Situationen, in denen zu viele Daten vorhanden sind um uneingeschränkt auf sie zugreifen zu können; Aneignung von Wissen über nützliche mathematische Werkzeuge zur Analyse von Algorithmen; Verbesserung der Fähigkeiten, abstrakt zu denken und algorithmische Probleme systematisch zu analysieren. <b>Methodische Kompetenzen</b> Die Studierenden sind in der Lage, eigenständig Beweise zu fortgeschrittenen algorithmischen und mathematischen Zusammenhängen zu führen. Sie können mathematische logische Folgerungen verstehen und die Korrektheit beurteilen. <b>Fachübergreifende Kompetenzen</b> Die Studierenden sind in der Lage, gelernte Inhalte in vielen relevanten Bereichen der Informatik und verwandten mathematischen und naturwissenschaftlichen Fächern anzuwenden. Sie können beurteilen, welche Möglichkeiten und Schranken sich im Zusammenhang von datenintensiven Fragestellungen ergeben. Diese Situationen treten in vielen naturwissenschaftlichen Zusammenhängen auf. <b>Schlüsselqualifikationen</b> Fähigkeit, intuitives Verständnis von mathematischen Formalismen zu entwickeln; Fähigkeit, wesentliche Eigenschaften von algorithmischen Problemen zu identifizieren; tiefes Verständnis von nützlichen mathematischen Werkzeugen		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 30 Std. Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlagenwissen zu Algorithmen und Datenstrukturen (z.B. Modul Informatik 3 (INF-0111)) und zu Wahrscheinlichkeitsrechnung (z.B. Modul Stochastik für Informatiker (MTH-6040)).		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Algorithmen für Big Data (Vorlesung)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig <b>SWS:</b> 2,00		

**Inhalte:**

In moderner Datenverarbeitung stellt sich zunehmend häufig das Problem, dass große Mengen von Daten anfallen die nur auf günstigen aber langsamen Massenmedien gespeichert werden können. Algorithmisch stellt sich hier das Problem, dass die für eine Berechnung nötigen Daten nicht vollständig in den Hauptspeicher passen. Der Zugriff kann daher nur sequenziell erfolgen.

Dieser Kurs beschäftigt sich mit Algorithmen, die trotz solcher Beschränkungen beweisbar verlässliche Ergebnisse liefern.

**Literatur:**

Wissenschaftliche Papiere, Surveys, Skripte

**Modulteil: Algorithmen für Big Data (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch / Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Algorithmen für Big Data**

Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0428: Praktikum Programming Parallel Embedded Systems</b> <i>Practical Module Programming Parallel Embedded Systems</i>		5 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS22/23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sebastian Altmeyer		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden analysieren die besonderen Anforderungen von eingebetteten Systemen und optimieren die zu entwerfende Software hinsichtlich verfügbarer Ressourcen und einzuhaltender Zeitschranken. Sie entwickeln parallele Anwendungen zum Einsatz in eingebetteten Systemen in einer industrietypischen Programmiersprache. Dabei werden die Problemstellungen beim Entwurf mehrfädiger Anwendungen identifiziert und geeignete Lösungen dafür erarbeitet. Verschiedene Datenstrukturen zur Verwendung in parallelen Anwendungen werden klassifiziert, deren Implementierungen beurteilt, sowie anhand ihrer Leistungsfähigkeit bewertet. Techniken zum Debugging und zur Code-Analyse werden angewendet und verschiedene Optimierungsmöglichkeiten werden untersucht. In Projekten wenden die Studierenden die erlernten Fähigkeiten beim Entwurf einer parallelen Anwendung selbstständig an. Darüber hinaus wird die Leistungsfähigkeit der dabei entwickelten Software gemessen und in Bezug auf die gestellten Anforderungen analysiert und beurteilt.  <b>Schlüsselqualifikationen:</b> Analytisch-methodische Kompetenz; Abwägung von Lösungsansätzen; Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern; Fertigkeit der verständlichen und sicheren mündlichen Darstellung von Ideen, Konzepten und Ergebnissen; Selbstreflexion		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Praktikum (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im WS)	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Praktikum Programming Parallel Embedded Systems</b> <b>Lehrformen:</b> Praktikum <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im WS) <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Inhalte:</b> Im Praktikum werden grundlegende Techniken zur Erstellung von Software-Projekten in industrietypischen Programmiersprachen betrachtet, sowie Möglichkeiten zur Code-Analyse, zum Testen und zum Debuggen. Besonderer Fokus liegt auf der Programmierung paralleler und nebenläufiger Anwendungen mit Tasks und Threads für Ein- und Mehrkernprozessoren, sowie auf der GPGPU-Programmierung. Plattformunabhängige Programmierung wird anhand verschiedener Systeme vom 8-Bit Mikrocontroller bis zur 64-Bit Workstation veranschaulicht, die Auswirkungen der Befehlssatzarchitektur auf die Leistungsfähigkeit der Software werden analysiert, und die sich daraus ergebenden möglichen Performance-Optimierungen werden untersucht. Nach dem Kennenlernen der wesentlichen Features der Programmiersprache, den gebräuchlichen Tools sowie relevanter paralleler Datenstrukturen wird von den Studierenden im Rahmen einer größeren Projektaufgabe eine selbst festgelegte parallele Anwendung implementiert.		

**Prüfung**

**Praktikum Programming Parallel Embedded Systems**

praktische Prüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-0462: Embedded Hardware Lab</b> <i>Embedded Hardware Lab</i>		8 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS23/24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sebastian Altmeyer		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Over the course of the semester, students develop a complete embedded system as a coherent semester assignment. A core task of the course is to analyse the characteristics and recognize the functionality of microcontrollers and peripherals based on data sheets and specifications. The students will have the opportunity to assemble the components needed for an assignment and to define suitable interfaces. Due to the required development and implementation on a microcontroller, the students apply the concepts learned directly in practice. The focus is on the interaction with sensors and actuators as well as on the communication with other parts of the system. To this end, they will identify and apply different types of flow control. During the lab, students learn to plan complex assignments, design solutions and test and evaluate their functionality. The exchange among the students aimed at during the course enables them to appropriately compare and discuss the results achieved.</p> <p>Students acquire competencies in the following areas at an advanced, practice-oriented, but scientific level: independent work with microcontrollers, data sheets and specifications, interfacing of analog and digital peripherals, design and modelling of embedded software with state charts and their implementation in code. Further focus is on the configuration of sequential interfaces as well as scheduling and task-based programming.</p> <p><b>Key Qualifikations:</b> Ability to understand and document ideas, concepts and results; Consciousness of quality, meticulousness; Project-related work and time management; selection and correct application of appropriate methods; ability to expand existing knowledge independently; Self-reflection</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 240 Std.</p> <p>60 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p>120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Modul Systemnahe Informatik (INF-0138) - empfohlen</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Passing the module exam</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im SoSe)</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b></p> <p>1.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b></p> <p>1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b></p> <p>6,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b></p> <p>siehe PO des Studiengangs</p>	
<p><b>Modulteile</b></p>		
<p><b>Modulteil: Embedded Hardware Lab (Lecture)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p>		

**Inhalte:**

The practical course "Embedded Hardware Lab" aims to learn the challenges of programming embedded systems. The central platform is a development board that offers a microcontroller as well as various sensors, actuators, displays and interfaces for further peripherals. The programming is done in C without the application of hardware abstraction layers and the created programs are supposed to read out different sensors and set corresponding actuators. In particular, the challenges of embedded systems, such as the timing of the software as well as working with data sheets, are to be learned. Towards the end of the course, the basic knowledge acquired at the beginning will be deepened and already existing sub-components will be assembled into a more complex embedded system.

**Literatur:**

- Zhu, Yifeng: Embedded Systems with ARM Cortex-M Microcontrollers in Assembly Language and C, Third Edition, E-Man Press LLC, 2017
- White, Elecia: Making Embedded Systems, O'Reilly Media Inc., 2012
- Marwedel, Wehmeyer: Eingebettete Systeme, Springer Verlag, Heidelberg, 2007

**Modulteil: Embedded Hardware Lab (Exercise)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch / Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig

**SWS:** 4,00

**Prüfung**

**Embedded Hardware Lab**

praktische Prüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<p><b>Modul INF-0472: Management von Kommunikationsnetzen</b>  <i>Management of Communication Networks</i></p>	<p>5 ECTS/LP</p>
<p>Version 1.1.0 (seit WS23/24)          Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Seufert</p>	
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>The lecture provides students with knowledge and skills in the field of management of communication networks. The module covers various aspects of the efficient and secure operation of communication networks and prepares students to successfully plan, implement, and manage complex network infrastructures. Students gain a solid understanding of the fundamentals of network management, including the different management levels, protocols, and tools. They understand the significance of network management for the effective utilization of communication networks.</p> <p>The module provides students with comprehensive knowledge and skills to effectively manage network elements, deploy management systems, configure devices, and perform troubleshooting. Additionally, topics such as measurements in communication networks, active and passive network monitoring, Quality of Service (QoS)/Quality of Experience (QoE), automation of network management, virtualization and softwarization of communication networks, network security, and network neutrality are addressed.</p> <p>Students develop a deeper understanding of the relationships between theoretical concepts in network management and their practical application. They can analyze complex management challenges and develop solution strategies. Students can interpret performance data from communication networks, identify potential bottlenecks, and apply diagnostic procedures to analyze and resolve network issues.</p> <p>Students will be able to assess the effectiveness of network management solutions and analyze their impact on the performance and security of communication networks. They will be able to compare and evaluate different approaches and technologies in order to make informed decisions and provide recommendations for improvements.</p> <p>Students will be empowered to develop new approaches and concepts in the field of network management. They will be able to design innovative solutions that go beyond traditional methods and address the current challenges of network management. They will be capable of researching new management strategies and techniques and applying them in practice.</p> <p>Students will be able to assess the impact of network management on organizational goals and business processes. They will be able to quantify the added value of effective network management for businesses and society, and apply appropriate evaluation methods to analyze the costs, risks, and benefits of network management.</p> <p>The exercises in Management of Communication Networks complement the lecture and provide students with the opportunity to apply their acquired knowledge in practical scenarios within real or simulated environments. The exercises include practical tasks, case studies, and projects that allow students to further develop their skills in network management and strengthen their problem-solving capabilities.</p> <p><b>Key qualifications:</b> subject-specific specialization; knowledge of the approaches and terminology of application-relevant disciplines; understanding of the application domain as well as the advantages and disadvantages of alternative technologies and their evaluation in the respective context; competence in identifying significant technological developments; ability to select and confidently apply appropriate concepts and methods; capacity to implement discipline-specific solution strategies; proficiency in solving problems under practice-oriented conditions; ability to present and document results clearly; competence in effective teamwork.</p>	
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 150 Std.</p> <p>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>	
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of communication systems and networking</li> <li>• Familiarity with ISO/OSI layers 1–4</li> </ul>	<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Passing the module exam</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge of IP, routing, TCP/UDP and protocols for popular Internet applications (web browsing, video streaming)</li> <li>• Basics of network performance and network security</li> </ul>		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Management of Communication Networks (Lecture)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitions and Models for Network Management</li> <li>• Network Elements and Management Systems</li> <li>• Configuration of Network Elements and Troubleshooting</li> <li>• Active and Passive Network Measurements</li> <li>• Quality of Service (QoS)</li> <li>• Data Models for and Automation of Network Management</li> <li>• Virtualization and Softwarization of Communication Networks</li> <li>• Network Security</li> <li>• Quality of Experience (QoE)</li> <li>• Network Neutrality</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clemm A.: Network Management Fundamentals, Cisco Press, 2006</li> <li>• Claise B., Wolter R.: Network Management: Accounting and Performance Strategies, Cisco Press, 2007</li> <li>• Edelman J, Lowe S. S., Oswalt M.: Network Programmability and Automation, O'Reilly, 2018</li> <li>• Capobianco J. W.: Automate Your Network, 2019</li> <li>• Garrett J.: Data Analytics for IT Networks, Cisco Press, 2019</li> <li>• Claise B., Clarke J., Lindblad J.: Network Programmability with YANG, Addison-Wesley, 2019</li> <li>• Chou E.: Mastering Python Networking, Packt, 2020</li> <li>• Kurose J.W., Ross K.W.: Computer Networking - A Top-Down Approach, 7th edition, Pearson, 2016</li> <li>• Göransson P., Black C., Culver T.: Software Defined Networks: A Comprehensive Approach, 2nd edition, Morgan Kaufmann, 2017</li> </ul>
<p><b>Modulteil: Management of Communication Networks (Exercise)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p>

<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Management of Communication Networks</b></p> <p>Portfolioprüfung, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> wenn LV angeboten</p>
---

<b>Modul INF-0499: Foundation Models in Deep Learning</b> <i>Foundation Models in Deep Learning</i>		5 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Rainer Lienhart		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Upon successful completion of this module, students will have in-depth advanced knowledge of the latest approaches to learning and applying language, vision (image generation, segmentation, understanding) and multimodal (=multimedia) foundation models. These competences will include (1) learning and exploiting vision foundation models from natural language supervision, with applications to open-vocabulary image classification and retrieval, object detection, segmentation, and multimodal understanding; (2) learning and exploiting vision foundation models via masked image modeling, with its extensions to multimodal pre-training; and (3) vision foundation model architecture design with transformer and beyond.</p> <p>Key qualifications: Advanced mathematical-formal logic and algorithms; critical reading and analysis of scientific publications; conversion of technical solution concepts into models; interdisciplinary knowledge; development and implementation of solution strategies for complex machine learning problems; systematic further development of design methods; ability to solve learning problems under practical constraints.</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 150 Std. 30 Std. Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> Knowledge in machine learning and machine vision (Master lecture INF-0092 "Multimedia II" or INF-0316 "Machine Learning and Computer Vision")		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Passing the module examination
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester except summer semester 2026	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Foundation Models in Deep Learning (Vorlesung)</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester außer im SoSe 2026  <b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Inhalte:</b>          In this lecture, we will cover the most recent approaches and principles at the frontier of learning and applying of foundation models in language, vision (image generation, image segmentation, image understanding) as well as multimodal (=multimedia) data processing, including (1) learning vision foundation models from natural language supervision, with applications to open-vocabulary image classification and retrieval, object detection, segmentation, and multimodal understanding; (2) learning vision foundation models via masked image modeling, with its extensions to multimodal pre-training; and (3) vision foundation model architecture design with transformer and beyond. The lecture will be regularly updated to cover the latest developments in the field.</p>

**Literatur:**

References will be announced at the beginning of the semester.

**Modulteil: Foundation Models in Deep Learning (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester außer im SoSe 2026

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Foundation Models in Deep Learning**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

The first time the exam will be offered is in the summer semester 2024.

<b>Modul INF-0511: Processor Design Lab</b> <i>Processor Design Lab</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sebastian Altmeyer Dr. Martin Frieb		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden erwerben Kompetenzen in den folgenden Bereichen auf einem fortgeschrittenen, praxisorientierten, aber wissenschaftlichen Niveau: Entwurfsprozess für digitale Schaltungen, Schaltungslogik und Gatter, physikalische Grundlagen der elektronischen Bauteile, Beschreibung von Hardware mit einer Hardwarebeschreibungssprache. Zunächst lernen die Studierenden die Verknüpfung logischer Gatter und bauen einen Halb- und einen Volladdierer. Sie verstehen den Entwicklungsprozess für digitale Schaltungen und wenden diesen direkt praktisch an, indem sie ihren eigenen RISC-V-Prozessor entwickeln. Sie modellieren und implementieren ihn selbstständig mit Hilfe der Hardwarebeschreibungssprache VHDL. Dazu lernen sie die Vor- und Nachteile von schematischer und textueller Hardware-Beschreibung kennen und können entscheiden, wann es sinnvoll ist, welche Variante einzusetzen. Darüber hinaus kombinieren sie synchrone und asynchrone Prozesse, um ein gutes Zusammenspiel der Komponenten ihres selbstgebauten Mikroprozessors zu erreichen. Schließlich beurteilen die Studierenden die Effizienz ihrer Implementierung anhand der erzielten Taktfrequenz und des benötigten Hardware-Aufwandes. In einer abschließenden Projektphase lernen sie, eine komplexe Aufgabenstellung zu planen, nach einem selbst entwickelten fundierten Projektplan zu lösen und die Resultate angemessen im Plenum zu diskutieren und zu präsentieren.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Fertigkeit zur verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ideen, Konzepten und Ergebnissen; Qualitätsbewusstsein, Akribie; Projektgebundene Arbeit und Zeitmanagement; Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden; Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern; Selbstreflexion</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 60 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>		
<b>Voraussetzungen:</b> Modul Prozessorarchitektur (INF-0147) - empfohlen		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester SoSe 2024, 2026, 2028	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Processor Design Lab (Lecture)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester SoSe 2024, 2026, 2028 <b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Inhalte:</b> Die Veranstaltung "Processor Design Lab" stellt Methoden des logischen Entwurfs digitaler Schaltungen dar, angefangen von der abstrakten Beschreibung in einer Hardwarebeschreibungssprache (wie VHDL) bis hin zur physikalischen Implementierung auf Transistorebene. Im praktischen Teil der Veranstaltung wird die Hardwareentwicklung am Beispiel einer fünfstufigen Prozessorphipeline veranschaulicht. Das Ergebnis ist ein in VHDL entwickelter lauffähiger Prozessor für ein FPGA-Prototypenboard</p>

**Literatur:**

- Uwe Brinkschulte, Theo Ungerer, Mikrocontroller und Mikroprozessoren, Springer Verlag, Heidelberg, dritte Auflage 2010
- John L. Hennessy, David A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach, Morgan Kaufmann, 5. Auflage, 2011

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Processor Design Lab** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

We develop a fully functional RISC-V Processor Prototype on a FPGA board with the Hardware Description Language VHDL.

**Modulteil: Processor Design Lab (Exercise)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** alle 4 Semester SoSe 2024, 2026, 2028

**SWS:** 4,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Exercise for Processor Design Lab** (Übung)

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

**Prüfung**

**Processor Design Lab**

praktische Prüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul INF-3027: Algorithmic Game Theory</b> <i>Algorithmic Game Theory</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS24/25) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Pascal Lenzner		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>The goal of the lecture is to use suitably chosen examples to give a broad overview over the field of Algorithmic Game Theory. For this, we will encounter classical results from Game Theory along with recent results from Algorithmic Game Theory.</p> <p>The students will learn how to model and analyse the interaction of strategic agents in various settings. They will be able to understand and explain different game-theoretic concepts as well as their application in different domains. They will also be able to compute equilibrium solutions for many game variants and they will be able to understand and apply several practical algorithms for solving allocation problems. For this we will formally analyze the efficiency and other properties of the employed algorithms. Moreover, the students will learn how to evaluate the impact of selfishness in optimization problems and how to prove quality guarantees for game-theoretic settings.</p> <p><b>Key skills:</b> Advanced mathematical-formal methodology, subject-specific specializations, quantitative aspects of computer science, ability to analyze and structure complex computer science problems, ability to develop and implement solution strategies for complex problems, knowledge of the advantages/disadvantages of design alternatives, evaluation in the respective application context, Ability to think logically, analytically and conceptually, selection and reliable application of suitable methods, ability to work in teams, knowledge of practical tasks, ability to present and document results in a comprehensible manner, ability to expand existing knowledge independently, quality awareness, meticulousness</p>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 240 Std.</p> <p>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>No fixed prerequisites, but basic knowledge in the design and analysis of algorithms as well in complexity theory from the Bachelor studies will be assumed.</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Passing the module exam</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>
<p><b>SWS:</b> 6,00</p>	<p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p>	
<p><b>Modulteile</b></p>		
<p><b>Modulteil: Algorithmic Game Theory (Lecture)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester</p> <p><b>SWS:</b> 4,00</p>		

**Inhalte:**

Algorithmic Game Theory is a young and thriving research area in the intersection of Mathematics, Algorithmics and Economics. Motivated by the rise of the Internet and its related new kinds of problems, Algorithmic Game Theory was established within the last two decades to tackle classical problems from Game Theory with an algorithmic perspective.

Among others we will discuss the following questions:

- How can we solve assignment problems (e.g. assigning talks/projects to students) such that all participants are happy with their assignment?
- Are there auctions in which all bidders want to bid honestly?
- How does the perfect voting system look like?
- Does every game have an equilibrium, that is, an outcome in which all players are happy?
- Is it easy to find an equilibrium for a specific game?
- How good/bad are equilibria reached via egoistic behavior compared to the best centrally enforced solution?

Answers to the above questions have been awarded with 7 "Nobel Prizes" in Economics (most recently, the 2020 Economics Nobel Prize!) and some of the most prestigious awards in Mathematics and Computer Science.

**Literatur:**

- Nisan et al.: Algorithmic Game Theory, Cambridge University Press
- Shoham and Leyton-Brown: Multagent Systems, Cambridge University Press
- Roughgarden: 20 Lectures on Algorithmic Game Theory, Cambridge University Press
- Easley and Kleinberg: Networks, Crowds and Markets, Cambridge University Press
- Brandt et al.: Handbook of Computational Social Choice, Cambridge University Press

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Algorithmic Game Theory (Vorlesung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

The goal of the lecture is to use suitably chosen examples to give a broad overview over the field of Algorithmic Game Theory. For this, we will encounter classical results from Game Theory along with recent results from Algorithmic Game Theory. The students will learn how to model and analyse the interaction of strategic agents in various settings. They will be able to understand and explain different game-theoretic concepts as well as their application in different domains. They will also be able to compute equilibrium solutions for many game variants and they will be able to understand and apply several practical algorithms for solving allocation problems. For this we will formally analyse the efficiency and other properties of the employed algorithms. Moreover, the students will learn how to evaluate the impact of selfishness in optimization problems and how to prove quality guarantees for game-theoretic settings.... (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: Algorithmic Game Theory (Exercise)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Exercise for Algorithmic Game Theory (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung****Algorithmic Game Theory**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul PHM-0049: Nanostructures / Nanophysics</b> <i>Nanostructures / Nanophysics</i>		6 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. István Kézsmárki		
<b>Inhalte:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Semiconductor quantum wells, wires and dots, low dimensional electron systems</li> <li>2. Magnetotransport in low-dimensional systems, Quantum-Hall-Effect, Quantized conductance</li> <li>3. Optical properties of nanostructures and their application in modern optoelectronic devices, Nanophotonics</li> <li>4. Fabrication and detection techniques of nanostructures</li> <li>5. Ferroic properties of nanostructures (Ferroelectricity, Magnetism, Multiferroicity)</li> <li>6. Nano-bio-magnetism (magnetotactic bacteria, magnetoreception, malaria)</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students gain basic knowledge of the fundamental concepts in modern nanoscale science.</li> <li>• The students have detailed knowledge of low-dimensional semiconductor structures and how these systems can be applied for novel functional devices for high-frequency electronics and optoelectronics</li> <li>• The students gain competence in selecting different fabrication and characterization approaches for specific nanostructures.</li> <li>• The students are able apply these concepts to tackle present problems in nanophysics.</li> <li>• The students acquire scientific skills to search for scientific literature and to evaluate scientific content.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> recommended prerequisites: basic knowledge in solid-state physics and quantum mechanics.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Nanostructures / Nanophysics</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		

**Literatur:**

- Yu und Cardona: Fundamentals of Semiconductors
- Singh: Electronic and Optoelectronic Properties of Semiconductor Structures (Cambridge University Press)
- Davies: The Physics of low-dimensional Semiconductors (Cambridge University Press)

**Prüfung**

**Nanostructures / Nanophysics**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungsvorleistungen:**

Nanostructures / Nanophysics

<b>Modul PHM-0053: Chemical Physics I</b> <i>Chemical Physics I</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10 bis SoSe23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Scherer		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of quantum chemical methods</li> <li>• Molecular symmetry and group theory</li> <li>• The electronical structure of transition metal complexes</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basics of the extended-Hückel-method and the density functional theory,</li> <li>• know the basics of group theory,</li> <li>• are able to apply the knowledge gained through consideration of symmetry from vibration-, NMR-, and UV/VIS-spectroscopy, and</li> <li>• are able to interpret and predict the basical geometric, electronical and magnetical properties of transition metal complexes.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: ability to specialize in a scientific topic and to apply the acquired knowledge for solving scientific problems.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> It is possible for students to do EHM calculations autonomously and analyze electronical structures of molecules on a computer cluster within the scope of the tutorial.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> It is recommended to complete the experiments FP11 (IR-spectroscopy) and FP17 (Raman-spectroscopy) of the module "Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum".		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester not in winter term 22/23	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Chemical Physics I</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 3,00
<b>Lernziele:</b> see module description

**Inhalte:**

- Basics of quantum chemical methods
  - Extended Hueckel method (EHM)
  - Modern quantum chemical methods of chemical physics
  - Application: exemplary calculations and interpretation of simple electronic structures
- Molecular symmetry and group theory
  - Symmetry operations and matrix transformations
  - Point groups
  - Reducible and irreducible representations
  - Character tables
  - Application: infrared- and raman-spectroscopy, NMR-spectroscopy
- The electronic structure of transition metal complexes
  - Ligand field theory and angular-overlap model (AOM)
  - The physical basics of the spectrochemical series
  - Molecular orbital theory of transition metal complexes
  - Application: UV/VIS-spectroscopy, molecular magnetism

**Literatur:**

- J. Reinhold, Quantentheorie der Moleküle (Teubner)
- H.-H. Schmidtke, Quantenchemie (VCH)
- D. C. Harris und M. D. Bertolucci, Symmetry and Spectroscopy (Dover Publications)
- D. M. Bishop, Group Theory and Chemistry (Dover Publications)
- J. K. Burdett, Chemical Bonds: A Dialog (Wiley)
- F. A. Kettle, Physical Inorganic Chemistry (Oxford University Press)
- A. Frisch, Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods (Gaussian Inc. Pittsburg, PA)

**Modulteil: Chemical Physics I (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 1,00

**Prüfung**

**Chemical Physics I**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungsvorleistungen:**

Chemical Physics I

<b>Modul PHM-0054: Chemical Physics II</b> <i>Chemical Physics II</i>		6 ECTS/LP
Version 1.4.0 (seit WS09/10 bis WS22/23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Scherer PD Dr. Georg Eickerling		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to computational chemistry</li> <li>• Hartree-Fock Theory</li> <li>• DFT in a nutshell</li> <li>• Prediction of reaction mechanisms</li> <li>• calculation of physical and chemical properties</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic quantum chemical methods of chemical physics to interpret the electronic structures in molecules and solid-state compounds,</li> <li>• have therefore the competence to autonomously perform simple quantum chemical calculations using Hartree-Fock and Density Functional Theory (DFT) and to interpret the electronic structure of functional molecules and materials with regard to their chemical and physical properties</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: ability to specialize in a scientific topic and to apply the acquired knowledge for solving scientific problems.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> It is possible for students to do quantum chemical calculations autonomously and analyze electronical structures of molecules on a computer cluster within the scope of the tutorial.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> It is highly recommended to complete the module Chemical Physics I first.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester not in summer term 23	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Chemical Physics II</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 3,00		
<b>Lernziele:</b> see module description		

**Literatur:**

- I. N. Levine, Quantum Chemistry, Pearson, 7th ed **2013**.
- A. Szabo, N. S. Ostlund, Modern Quantum Chemistry, Dover, **1996** (EbookCentral ebook).
- E. G. Lewars, Computational Chemistry, Springer, **2011**.
- D. C. Young, Computational Chemistry: A practical guide for applying techniques to real world problems, Wiley ebook, **2002**.
- R. A. van Santen, Ph. Sautet, Computational Methods in Catalysis and Materials Science, Wiley ebook, **2009**.
- P. Popelier, Atoms in Molecules: An Introduction, Pearson Education Limited, **2000**.
- A. Frisch, Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods, Gaussian Inc. Pittsburg, PA.

**Modulteil: Chemical Physics II (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 1,00

**Lernziele:**

see module description

**Prüfung**

**Chemical Physics II**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungsvorleistungen:**

Chemical Physics II

<b>Modul PHM-0056: Ion-Solid Interaction</b> <i>Ion-Solid Interaction</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Helmut Karl		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction (areas of scientific and technological application, principles)</li> <li>• Fundamentals of atomic collision processes (scattering, cross-sections, energy loss models, potentials in binary collision models)</li> <li>• Ion-induced modification of solids (integrated circuit fabrication with emphasis on ion induced phenomena, ion implantation, radiation damage, ion milling and etching (RIE), sputtering, erosion, deposition)</li> <li>• Transport phenomena</li> <li>• Analysis with ion beams</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the physical principles and the basal mechanisms of the interaction between particles and solid state bodies in the energy range of eV to MeV,</li> <li>• are able to choose adequate physical models for specific technological and scientific applications, and</li> <li>• have the competence to work extensively autonomous on problems concerning the interaction between ions and solid state bodies.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Basic Courses in Physics I–IV, Solid State Physics, Nuclear Physics		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Ion-Solid Interaction</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich <b>SWS:</b> 3,00		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		

**Literatur:**

- R. Smith, Atomic and ion collisions in solids and at surfaces (Cambridge University Press, 1997)
- E. Rimini, Ion implantation: Basics to device fabrication (Kluwer, 1995)
- W. Eckstein: Computer Simulation of Ion-Solid Interactions (Springer, 1991)
- H. Ryssel, I. Ruge: Ionenimplantation (Teubner, 1978)
- Y. H. Ohtsuki: Charged Beam Interaction with Solids (Taylor & Francis, 1983)
- J. F. Ziegler (Hrsg.): The Stopping and Range of Ions in Solids (Pergamon)
- R. Behrisch (Hrsg.): Sputtering by Particle Bombardment (Springer)
- M. Nastasi, J. K. Hirvonen, J. W. Mayer: Ion-Solid Interactions: Fundamentals and Applications (Cambridge University Press, 1996)
- <http://www.SRIM.org>

**Modulteil: Ion-Solid Interaction (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jährlich

**SWS:** 1,00

**Prüfung**

**Ion-Solid Interaction**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungsvorleistungen:**

Ion-Solid Interaction

<b>Modul PHM-0057: Physics of Thin Films</b> <i>Physics of Thin Films</i>		6 ECTS/LP
Version 1.8.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: PD Dr. German Hammerl		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Thin film growth: basics, thermodynamic considerations, surface kinetics, growth mechanisms</li> <li>Thin film growth techniques: vacuum technology, physical vapor deposition, chemical vapor deposition</li> <li>Analysis and characterization of thin films: in-sit methods, ex-situ methods, direct methods</li> <li>Properties and applications of thin films</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>know a broad spectrum of methods of thin film technology and material properties and applications of thin films,</li> <li>have the competence to deal with current problems in the field of thin film technology largely autonomous,</li> <li>are able to choose the right substrates and thin film materials for epitaxial thin film growth to achieve desired application conditions,</li> <li>acquire skills of combining the various technologies for growing thin layers with respect to their properties and applications, and</li> <li>acquire scientific soft skills to search for scientific literature, understand technical english, work with literature in the field of thin films, interpret experimental results.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Physics of Thin Films</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich nach Bedarf WS oder SoSe <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		

**Literatur:**

- M. Ohring, The Materials Science of Thin Films (Academic Press, 2002), ISBN: 978-3-642-26486-3
- Z. Cao, Thin Film Growth: Physics, Material Science and Applications (Woodhead Publishing, 2011), ISBN: 978-0-857-09329-5
- K. Seshan, Handbook of Thin Film Deposition (Elsevier, 2012), ISBN: 978-1-437-77873-1
- H. Lüth, Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films (Springer, 2012), ISBN: 978-3-642-26486-3

**Prüfung**

**Physics of Thin Films**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungsvorleistungen:**

Physics of Thin Films

<b>Modul PHM-0059: Magnetism</b> <i>Magnetism</i>		6 ECTS/LP
Version 1.3.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Dr. Hans-Albrecht Krug von Nidda		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• History, basics</li> <li>• Magnetic moments, classical and quantum phenomenology</li> <li>• Exchange interaction and mean-field theory</li> <li>• Magnetic anisotropy and magnetoelastic effects</li> <li>• Thermodynamics of magnetic systems and applications</li> <li>• Magnetic domains and domain walls</li> <li>• Magnetization processes and micro magnetic treatment</li> <li>• AC susceptibility and ESR</li> <li>• Spintransport / spintronics</li> <li>• Recent problems of magnetism</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic properties and phenomena of magnetic materials and the most important methods and concepts for their description, like mean-field theory, exchange interactions and micro magnetic models,</li> <li>• have the ability to classify different magnetic phenomena and to apply the corresponding models for their interpretation, and</li> <li>• have the competence independently to treat fundamental and typical topics and problems of magnetism.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> basics of solid-state physics and quantum mechanics		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Magnetism</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 3,00		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		

**Literatur:**

- D. H. Martin, Magnetism in Solids (London Iliffe Books Ltd., 1967)
- J. B. Goodenough, Magnetism and the Chemical Bond (Wiley, 1963)
- P. A. Cox, Transition Metal Oxides (Oxford University Press, 1993)
- C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, 9th Ed. (Wiley, 2018)
- D. C. Mattis, The Theory of Magnetism I+II (Springer, 1981 + 1985)
- G. L. Squires, Thermal Neutron Scattering (Dover Publications Inc., 1997)

**Modulteil: Magnetism (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 1,00

**Prüfung**

**Magnetism**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungsvorleistungen:**

Magnetism

<b>Modul PHM-0060: Low Temperature Physics</b> <i>Low Temperature Physics</i>		6 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Philipp Gegenwart		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• Properties of matter at low temperatures</li> <li>• Cryoliquids and superfluidity</li> <li>• Cryogenic engineering</li> <li>• Thermometry</li> <li>• Quantum transport, criticality and entanglement in matter</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic properties of matter at low temperatures and the corresponding experimental techniques,</li> <li>• have acquired the theoretical knowledge to perform low-temperature measurements,</li> <li>• and know how to experimentally investigate current problems in low-temperature physics.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Physik IV - Solid-state physics		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Low Temperature Physics</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 3,00
<b>Lernziele:</b> see module description

**Inhalte:**

- Introduction (temperature scale, history of low temperature physics)
- Properties of matter at low temperatures (specific heat, thermal expansion, electrical resistance, thermal conductivity)
- Cryoliquids and superfluidity (nitrogen, hydrogen, 4-He and 3-He: phase diagrams, superfluidity)
- Cryogenic engineering (liquefaction of gases, helium cryostats, dilution refrigerator, adiabatic demagnetization, further techniques)
- Thermometry (primary and secondary thermometers at different temperature regimes)
- Quantum Matter (quantum Transport, Quantum phase transitions, Quantum spin liquids)

**Literatur:**

C. Enss, S. Hunklinger, Tieftemperaturphysik (Springer)  
F. Pobell, Matter and Methods at Low Temperatures (Springer)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Low Temperature Physics** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Modulteil: Low Temperature Physics (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 1,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Low Temperature Physics (Tutorial)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Low Temperature Physics**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungsvorleistungen:**

Low Temperature Physics

<b>Modul PHM-0063: Physik der Atmosphäre I</b> <i>Physics of the Atmosphere I</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Bittner		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Einführung</li> <li>• Strahlung: Planck-Funktion, Strahlungsbilanz der Atmosphäre, Heizraten, Treibhauseffekt, Strahlungsmodelle</li> <li>• Dynamik: Navier-Stokes-, Kontinuitäts- und Adiabatengleichung, atmosphärische Wellen</li> <li>• Chemie: Absorptions- &amp; Emissionsspektren, Heizraten</li> <li>• Darstellung der Prozesse in Modellen</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Phänomene der atmosphärischen Prozesse im Bereich Strahlung und Dynamik sowie (eingeschränkt) der Chemie,</li> <li>• haben Fertigkeiten zur Formulierung moderner Fragestellungen der Atmosphärenphysik erworben</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, aktuelle Problemstellungen aus den Bereichen der Atmosphärenphysik, der Fernerkundung und Modellierung weitgehend selbständig zu beurteilen und Lösungsansätze aufzuzeigen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Im jeweils folgenden Sommersemester wird in der Regel das Vertiefungsmodul Physik der Atmosphäre II angeboten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Experimentalphysik-Vorlesungen des Bachelorstudiengangs Physik auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Physik der Atmosphäre I</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- G. Visconti, 2016. Fundamentals of physics and chemistry of the atmosphere (Springer, 2. Auflage)
- D. G. Andrews, 2010. An introduction to atmospheric physics (Cambridge, 2. Auflage)
- J. T. Houghton, 2002. The physics of atmospheres (Cambridge, 3. Auflage)
- L. D. Landau, E. M. Lifschitz, 2007. Lehrbuch der theoretischen Physik: Hydrodynamik (Harri Deutsch, 5. Auflage)
- H. Pichler, 1997. Dynamik der Atmosphäre (Spektrum, 2. Auflage)
- W. Rödel, 2000. Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre (Springer, 3. Auflage)
- M. Z. Jacobson, 2005. Fundamentals of atmospheric modeling (Cambridge, 2. Auflage)
- W. G. Rees, 2013. Physical principles of remote sensing: 1. Remote sensing (Cambridge, 3. Auflage)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Physik der Atmosphäre I** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Die Gashölle unseres Planeten – die Atmosphäre - isoliert unseren Lebensraum vom kalten Weltraum. Diese vergleichsweise dünne Luftschicht (ihre Dicke beträgt nur etwa 1% des Erdradius) sorgt durch den natürlichen Treibhauseffekt für angenehme Temperaturen. Darüber hinaus filtert sie die gesundheitsschädliche energiereiche solare Strahlung. Komplexe Strömungssysteme auf regionalen, kontinentalen und planetaren Skalen sorgen für eine ständige räumliche Umverteilung von Spurengasen, Aerosolen und Niederschlag. Die Atmosphäre ist damit ein sogenanntes „komplexes System“. Die Vorlesung vermittelt grundlegende physikalische Kenntnisse aus den Bereichen der atmosphärischen Thermodynamik (z.B. ideales Gasgesetz, hydrostatisches Gleichgewicht) und atmosphärischer Strahlung (z.B. Planck-Funktion, Strahlungstransportgleichung, Strahlungsbilanz). Der Bezug zu aktuellen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie zur Klimaproblematik wird aufgezeigt. Vertieft wird der Vorlesungsstoff durch begleiten... (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: Übung zu Physik der Atmosphäre I**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Übung zu Physik der Atmosphäre I** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung****Physik der Atmosphäre I**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0065: Physik der Atmosphäre II</b> <i>Physics of the Atmosphere II</i>		6 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit SoSe16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Bittner PD Dr. habil. Sabine Wüst		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamik der Atmosphäre (Grundlagen, Wellen)</li> <li>• Chemie der Stratosphäre (Ozonabbau)</li> <li>• Atmosphärenfernerkundung (satellitenbasierte Methoden, bodengestützte Messtechniken)</li> <li>• Numerische Methoden</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Prozesse im Bereich der atmosphärischen Dynamik mit Schwerpunkt auf Wellen, im Bereich der stratosphärischen Ozonchemie und sie kennen die grundlegenden messtechnischen Verfahren zur Fernerkundung der Atmosphäre sowie deren numerische Umsetzung</li> <li>• haben Fertigkeiten zur Formulierung moderner Fragestellungen der Atmosphärenphysik erworben</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, aktuelle Problemstellungen aus dem Bereich der Atmosphärenphysik weitgehend selbständig zu beurteilen und Lösungsansätze aufzuzeigen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Jeweils im Wintersemester wird das Modul Physik der Atmosphäre I angeboten.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Das Modul baut auf den Inhalten der Experimentalphysik-Vorlesungen des Bachelorstudiengangs Physik sowie dem Modul "Physik der Atmosphäre I" auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Physik der Atmosphäre II</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Michael Bittner <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

- G. Visconti, 2016. Fundamentals of physics and chemistry of the atmosphere (Springer, 2. Auflage)
- D. G. Andrews, 2010. An introduction to atmospheric physics (Cambridge, 2. Auflage)
- J. T. Houghton, 2002. The physics of atmospheres (Cambridge, 3. Auflage)
- L. D. Landau, E. M. Lifschitz, 2007. Lehrbuch der theoretischen Physik: Hydrodynamik (Harri Deutsch, 5. Auflage)
- H. Pichler, 1997. Dynamik der Atmosphäre (Spektrum, 2. Auflage)
- W. Rödel, 2000. Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre (Springer, 3. Auflage)
- M. Z. Jacobson, 2005. Fundamentals of atmospheric modeling (Cambridge, 2. Auflage)
- W. G. Rees, 2013. Physical principles of remote sensing: 1. Remote sensing (Cambridge, 3. Auflage)

**Modulteil: Physik der Atmosphäre II: Numerische Verfahren**

**Lehrformen:** Vorlesung

**Dozenten:** PD Dr. habil. Sabine Wüst

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

Ergänzend zum ersten Modulteil werden numerische Methoden behandelt.

**Literatur:**

- M. Jacobson, 2005. Fundamentals of Atmospheric Modeling (Cambridge)
- G. Brasseur, D. Jacob, 2017. Modeling of Atmospheric Chemistry (Cambridge)
- H. Pichler, 1997. Dynamik der Atmosphäre (Spektrum, 2. Auflage)
- J. Houghton, 2015. Global Warming (Cambridge, 5. Auflage)
- G. Visconti, 2016 Fundamentals of physics and chemistry of the atmosphere (Springer)

**Prüfung**

**Physik der Atmosphäre II**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0066: Superconductivity</b> <i>Superconductivity</i>		6 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit WS24/25) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Philipp Gegenwart		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introductory Remarks and Literature</li> <li>• History and Main Properties of the Superconducting State, an Overview</li> <li>• Phenomenological Thermodynamics and Electrodynamics of the SC</li> <li>• Ginzburg-Landau Theory</li> <li>• Microscopic Theories</li> <li>• Fundamental Experiments on the Nature of the Superconducting State</li> <li>• Josephson-Effects</li> <li>• High Temperature Superconductors</li> <li>• Application of Superconductivity</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• will get an introduction to superconductivity,</li> <li>• by a presentation of experimental results they will learn the fundamental properties of the superconducting state,</li> <li>• are informed about the most important technical applications of superconductivity.</li> <li>• Special attention will be drawn to the basic concepts of the main phenomeno-logical and microscopic theories of the superconducting state, to explain the experimental observations.</li> <li>• For self-studies a comprehensive list of further reading will be supplied.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik IV – Solid-state physics</li> <li>• Theoretical physics I-III</li> </ul>		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester in WiSe in geraden Jahren	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Superconductivity</b> <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 3,00		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		

**Literatur:**

- W. Buckel, Supraleitung, 5. Auflage (VCH, Weinheim, 1994)
- W. Buckel und R. Kleiner, Supraleitung, 6. Auflage (WILEY-VCH, Weinheim, 2004)
- M. Tinkham, Introduction to Superconductivity, 2nd Edition (McGraw-Hill, Inc., New York, 1996, Reprint by Dover Publications Inc. Miniola , 2004)

**Modulteil: Superconductivity (Tutorial)**

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1,00

**Prüfung**

**Superconductivity**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungsvorleistungen:**

Superconductivity

<b>Modul PHM-0067: Complex Materials: Fundamentals and Applications</b> <i>Complex Materials: Fundamentals and Applications</i>		8 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit SoSe24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Manfred Albrecht		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phasenbildung, Nukleation, Phasendiagramme</li> <li>• Amorphe Materialien</li> <li>• Ferrimagnete</li> <li>• Ferroelektrika</li> <li>• Multiferroika</li> <li>• Formgedächtnislegierungen</li> <li>• Thermoelektrische Materialien</li> <li>• Niedrigdimensionale Materialsysteme (u.a. Quantenpunkte)</li> <li>• Untersuchungsmethoden</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe und Konzepte der modernen Festkörperphysik,</li> <li>• besitzen ein fundiertes Verständnis grundlegender physikalischer Zusammenhänge in komplexen Materialien und deren Anwendungen,</li> <li>• besitzen Kenntnis von der qualitativen Beobachtung über die quantitative Messung bis hin zur verallgemeinernden mathematischen Beschreibung physikalischer Effekte ausgewählter komplexer Materialsysteme.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit englischsprachiger Fachliteratur</li> <li>• Erlernen von Präsentationstechniken, Teamfähigkeit, Fähigkeit zur Dokumentation experimenteller Ergebnisse, interdisziplinäres Denken und Arbeiten</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Grundlagen der Festkörperphysik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Complex Materials: Fundamentals and Applications</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 4,00
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

wird in der Vorlesung bekannt gegeben

**Modulteil: [Complex Materials: Fundamentals and Applications \(Tutorial\)](#)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch / Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Complex Materials: Fundamentals and Applications**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0068: Spintronics</b> <i>Spintronics</i>		6 ECTS/LP
Version 1.8.0 (seit SoSe14) Modulverantwortliche/r: PD Dr. German Hammerl		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic micromagnetic interactions (exchange, anisotropy, DMI, stray fields, external fields) and where they come from</li> <li>• Emergence of spin textures such as domain walls and bubbles/skyrmions</li> <li>• Torques acting on the local magnetization (magnetic field torque, current in-plane spin-transfer torque, spin-Hall effect and spin-orbit torques)</li> <li>• Switching</li> <li>• Motion of spin textures, 1D model and Thiele equation</li> <li>• Magneto-resistance and Hall effects and their utility in electrical readout</li> <li>• Ultrafast effects</li> <li>• Device applications</li> <li>• Experimental techniques in the field of spintronics</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the fundamental interactions in magnetic materials, the basic spintronic effects, and the related device structures,</li> <li>• have the competence to deal with current problems in the field of spintronics largely autonomously,</li> <li>• are able to choose materials in order to achieve demanding properties in spintronic applications,</li> <li>• are able to design device components to achieve spin polarization,</li> <li>• acquire scientific skills in finding and understanding current literature dealing with spintronic devices and applications, identifying suitable materials and material combinations with respect to their applicability for spintronic devices.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Spintronics</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 3,00		
<b>Lernziele:</b> see module description		

**Inhalte:**

see module description

**Literatur:**

- Stöhr, J. and Siegmann, H. C., Magnetism - From Fundamentals to Nanoscale Dynamics, Springer-Verlag (2006), ISBN: 3-540-30282-4
- Malozemoff, A. P. and Slonczewski, J. C., Magnetic Domain Walls in Bubble Materials, Academic Press (1979), ISBN: 0-12-002951-0
- Hubert, A. and Schäfer, R., Magnetic Domains - The Analysis of Magnetic Microstructures, Springer-Verlag (1998), ISBN: 978-3-540-64108-7

**Modulteil: Spintronics (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jährlich nach Bedarf WS oder SoSe

**SWS:** 1,00

**Prüfung**

**Spintronics**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungsvorleistungen:**

Spintronics

<b>Modul PHM-0069: Applied Magnetic Materials and Methods</b> <i>Applied Magnetic Materials and Methods</i>		6 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS14/15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Manfred Albrecht		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of magnetism</li> <li>• Ferrimagnets, permanent magnets</li> <li>• Magnetic nanoparticles</li> <li>• Superparamagnetism</li> <li>• Exchange bias effect</li> <li>• Magnetoresistance, sensors</li> <li>• Experimental methods (e.g. Mößbauer Spectroscopy, mu-SR)</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students know the basic terms and concepts of magnetism,</li> <li>• get a profound understanding of basic physical relations and their applications,</li> <li>• acquire the ability to describe qualitative observations, interpret quantitative measurements, and develop mathematical descriptions of physical effects of chosen magnetic material systems.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: autonomous working with specialist literature in English, acquisition of presentation techniques, capacity for teamwork, ability to document experimental results, and interdisciplinary thinking and working.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Basics in solid state physics		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil:</b> <b>Applied Magnetic Materials and Methods</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 3,00
<b>Lernziele:</b> see module description
<b>Inhalte:</b> see module description
<b>Literatur:</b> Stephan Bundell, Magnetism in Condensed Matter, Oxford University Press, ISBN: 0-19-850591-4 (Pbk) J.M.C. Coey, Magnetism and Magnetic Materials, Cambridge University Press, ISBN: 978-0-521-81614-4 (hardback)

**Modulteil: Applied Magnetic Materials and Methods (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 1,00

**Prüfung**

**Applied Magnetic Materials and Methods**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungsvorleistungen:**

Applied Magnetic Materials and Methods

<b>Modul PHM-0071: Nonequilibrium Statistical Physics</b> <i>Nonequilibrium Statistical Physics</i>		8 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Alexander Weber		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coarse graining (BKKY, Boltzmann, Navier-Stokes)</li> <li>• Transport theory derived by symmetries &amp; conservation laws</li> <li>• Nonequilibrium steady states</li> <li>• Irreversible Thermodynamics and Onsager linear response</li> <li>• Passive and active systems (Active Ising model, Collective Motion)</li> <li>• Coarsening kinetics in conserved and nonconserved systems</li> <li>• Hydrodynamic Instabilities</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Students... <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn about the complexity and diversity of nonequilibrium phenomena of systems composed of many particles and degrees of freedom</li> <li>• will understand the differences between physics at thermodynamic equilibrium and out of equilibrium</li> <li>• learn systems maintained out of equilibrium, including active matter systems that are state-of-the-art research</li> <li>• obtain solid expertise in the theoretical techniques required to treat phenomena far from equilibrium, and are able to apply these methods to concrete problems,</li> <li>• and will become competent to acquaint themselves with modern scientific questions.</li> </ul> Integrated acquirement of soft skills: <ul style="list-style-type: none"> <li>• autonomous working with scientific literature in English,</li> <li>• improving written and spoken English during lectures and exercises,</li> <li>• interdisciplinary thinking, and working</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> It is assumed that the students are familiar with the contents of a four-semester course in theoretical physics, including Thermodynamics and Statistical Physics.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 6.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Nonequilibrium Statistical Physics (lecture)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 4,00		

**Lernziele:**

see module description

**Inhalte:**

see module description

**Literatur:**

- **Non-Equilibrium Thermodynamics**, S. R. De Groot and P. Mazur, Dover Publications, Dover ed edition, ISBN 486647412
- **From Macrophysics to Microphysics Part 1 und 2**, Roger Balian, Springer, ISBN 3540454780
- **Principles of Condensed Matter Physics**, P. M. Chaikin and T. C. Lubensky, Cambridge, ISBN 521794501
- **A Kinetic View of Statistical Physics**, Pavel L. Krapivsky, Sidney Redner, and Eli Ben-Naim, Cambridge, ISBN 486647412
- **Basic concepts for Simple and Complex Liquids**, Jean-Louis Barrat and Jean-Pierre Hansen, Cambridge, ISBN 521789532
- **Physical Hydrodynamics**, Etienne Guyon, Jean-Pierre Hulin, Luc Petit, Catalin D. Mitescu, Oxford, ISBN 521851033

**Modulteil: Nonequilibrium Statistical Physics (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

see module description

**Prüfung**

**PHM-0071 Nonequilibrium Statistical Physics**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0079: Theorie der Phasenübergänge</b> <i>Theory of Phase Transitions</i>		8 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS09/10 bis SoSe23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Alexander Weber		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in kritische Phänomene</li> <li>• Ising-Modell</li> <li>• Mittlere-Feld-Theorie und Landau Theorie</li> <li>• Fluktuationen</li> <li>• Anomale Dimension und Skalenhypothese</li> <li>• Renormierungsgruppe</li> <li>• Epsilon-Entwicklung</li> <li>• Kosterlitz-Thouless-Übergang; oder (alternativ) Quantenphasenübergänge</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Konzepte zur Erstellung von Mean-Field-Theorien und des Ginzburg-Landau-Funktional und verstehen die Bedeutung des Skalenverhaltens bei Phasenübergängen,</li> <li>• haben die Fertigkeit erworben, Fluktuationskorrekturen zu berechnen und können Renormierungs-Gruppen-Analysen durchführen,</li> <li>• besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Es wird empfohlen, das Modul Theoretische Festkörperphysik zuerst zu absolvieren.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Theorie der Phasenübergänge</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- N. Goldenfeld, Lectures on Phase Transitions and the RG (Addison-Wesley)
- P. M. Chaikin and T. C. Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics (Cambridge University Press)
- J. Cardy, Scaling and Renormalization in Statistical Physics (Cambridge University Press)
- P. Pfeuty and G. Toulouse, Introduction to the RG and to Critical Phenomena (John Wiley & Sons)

**Modulteil: Übung zu Theorie der Phasenübergänge**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** alle 4 Semester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Theorie der Phasenübergänge**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0082: Ungeordnete Systeme</b> <i>Disordered Systems</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Heyl		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Was ist Unordnung und warum ist sie wichtig in realen Systemen?</li> <li>• Perkolation</li> <li>• Klassische Spinsysteme</li> <li>• Zufallsmatrixtheorie</li> <li>• Anderson-Lokalisierung</li> <li>• Numerische Methoden für ungeordnete Systeme</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte zur Beschreibung makroskopischer Systeme bei zufällig gebrochener Translationsinvarianz (Unordnung),</li> <li>• haben durch selbständige Arbeit mit Übungsbeispielen die Anwendung dieser Konzepte auf konkrete Problemstellungen der Physik erlernt,</li> <li>• besitzen die Fähigkeit, physikalische Größen (z. B. Zustandsdichte, Leitfähigkeit) für konkrete ungeordnete Systeme zu bestimmen und</li> <li>• die Kompetenz, Fragen der Physik ungeordneter Systeme in Theorie und Praxis qualitativ und quantitativ nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft zu formulieren und zu beantworten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Inhalte der Vorlesungen Theoretische Physik I - IV des Bachelorstudiengangs Physik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Ungeordnete Systeme</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Inhalte:**

- Einführung: Was ist Unordnung und warum ist sie wichtig in realen Systemen?
- Perkolation
  - Perkolation in einer Dimension
  - Perkolation auf dem Bethe-Gitter
  - Skalentheorie der Perkolation
- Klassische Spinsysteme
  - Verdünnter Ferromagnet
  - Spingläser
  - Replica-Trick und Replicasymmetrie-Brechung
- Zufallsmatrixtheorie
  - Symmetrien
  - Verteilung der Eigenwerte
  - Statistik der Niveauabstoßung
  - Funktionalintegral-Darstellung
- Anderson-Lokalisierung
  - Anderson-Lokalisierung in einer Dimension
  - Skalentheorie in d Dimensionen
  - Verallgemeinerte Zufallsmatrizen
- Numerische Methoden für ungeordnete Systeme
  - Transfer-Matrix-Methode
  - Ein-Parameter-Skalentheorie

**Literatur:**

- J. M. Ziman, Models of disorder (Cambridge)
- M. L. Mehta, Random matrices (Academic Press)
- C. Itzykson, J.-M. Drouffe, Statistical field theory (Cambridge)
- A. Altland, B. Simons, Condensed matter field theory (Cambridge)
- M. Kardar, Statistical Physics of fields (Cambridge)

**Modulteil: Übung zu Ungeordnete Systeme**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** alle 4 Semester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Ungeordnete Systeme**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0083: Computational Physics and Materials Science</b> <i>Computational Physics and Materials Science</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Liviu Chioncel		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic Numerical Methods</li> <li>• Ordinary and Partial Differential Equations</li> <li>• Density Functional Theory and Molecular Dynamics</li> <li>• Advanced Methods for Many-Particle Systems</li> <li>• Monte Carlo Simulations</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die numerischen Methoden, die für die Lösung physikalischer und materialwissenschaftlicher Probleme geeignet sind, insbesondere Methoden zur Lösung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen sowie Molekulardynamik und Monte-Carlo-Simulationen,</li> <li>• sind in der Lage, diese Verfahren praktisch umzusetzen,</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, theoretisch-numerische Problemstellungen aus den verschiedensten Bereichen der Physik und der Materialwissenschaften unter Anleitung zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Das Modul setzt die Inhalte des Bachelor-Moduls (Modul PHM-0295) Einführung in Prinzipien der Programmierung sowie elementare Programmierkenntnisse (zum Beispiel Fortran, C/C++, Python, ...) voraus.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Computational Physics and Materials Science</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Lernziele:</b> see module description		

**Inhalte:**

- Basic Numerical Methods
  - Programming languages: Fortran, C++, Perl, Python, compilation and execution
  - Differentiation and integration, interpolations and approximations
  - Zeros and extremes of a single-variable function
  - Matrices in physics: Gauss elimination, LU decomposition, Cholesky factorization, recursive algorithm
- Ordinary and Partial Differential Equations
  - The Euler method, the second and fourth order Runge-Kutta method
  - Simple pendulum, double pendulum, Poincare plots, chaotic regime
  - Boundary value and eigen value problems: elastic waves in a vibrating rod, the shooting method
  - One dimensional Schrödinger equation, Numerov algorithm
- Density Functional Theory and Molecular Dynamics
  - Density Functional Theory for solids: the muffin-tin concept
  - Electronic structure calculations with APW, KKR and LMTO methods
  - Molecular dynamics simulations, the Verlet algorithm
  - Structure and dynamics of real materials, ab-initio molecular dynamics
- Advanced Methods for Many-Particle Systems
  - The second quantization and the Hartree-Fock method
  - Models and many body Hamiltonians and their numerical representation
  - Exact diagonalization, the power method, Lanczos method
  - Lehmann representation, Green functions, dynamic correlations
- Monte Carlo Simulations
  - Random numbers, high dimensional integrals, Importance sampling, Diffusion limited aggregation.
  - Markov chains, Metropolis algorithm, Ising model, Wang-Landau algorithm, simulated annealing, traveling salesman problem
  - Quantum Monte Carlo methods, path integrals and path integral Monte Carlo, QMC on the lattice, Heisenberg model, world-line approach
  - Determinantal QMC, the Hirsch-Fye algorithm, continuous time QMC

**Literatur:**

- Tao Pang, An Introduction to Computational Physics (Cambridge University Press)
- J. M. Thijssen, Computational Physics (Cambridge University Press)
- S. Koonin, D. Meredith, Computational Physics (Addison-Wesley)
- W. H. Press et al., Numerical Recipes (Cambridge University Press) [available on-line at <http://www.nr.com/>]
- D. C. Rapaport, The Art of Molecular Dynamics Simulation (Cambridge University Press)
- R. H. Landau, M. J. Paez, C. Bordeianu, Computational Physics (Wiley-VCH)

**Modulteil: Computational Physics and Materials Science (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** alle 4 Semester

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Computational Physics and Materials Science**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0084: Theorie der kondensierten Materie</b> <i>Condensed Matter Theory</i>		8 ECTS/LP
Version 1.4.0 (seit SS10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Heyl		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Landau-Fermiflüssigkeitstheorie</li> <li>• Transport-Theorie: Die Boltzmann-Gleichung</li> <li>• Theorie des Magnetismus</li> <li>• Theorie der Supraleitung</li> <li>• Zusätzlich werden spezielle Themen behandelt, wie zum Beispiel: Quanten-Hall-Effekt, Topologische Isolatoren, Ungeordnete Systeme, Phasenübergänge</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Grundlagen und Methoden der quantentheoretischen Beschreibung der kondensierten Materie,</li> <li>• sind in der Lage, physikalische Fragestellungen der Physik der kondensierten Materie theoretisch zu formulieren und durch Anwendung geeigneter Näherungsmethoden zu untersuchen,</li> <li>• besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Teilgebieten selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Die Vorlesung baut insbesondere auf den Inhalten der Bachelormodule Theoretische Physik II + III, Physik IV sowie des Mastermoduls Theoretische Festkörperphysik auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester im SoSe	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Theorie der kondensierten Materie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester im SoSe <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, Solid State Physics (Rinehart and Winston)
- P. M. Chaikin and T. C. Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics (Cambridge University Press)
- G. Giuliani and G. Vignale, Quantum Theory of the Electron Liquid (Cambridge University Press)
- H. Bruus and K. Flensberg, Many-Body Quantum Theory in Condensed Matter Physics: An Introduction (Oxford Graduate Texts)
- G. D. Mahan, Many-Particle Physics (Springer)
- P. Phillips, Advanced Solid State Physics (Cambridge University Press)
- P. Fazekas, Lecture Notes on Electron Correlation and Magnetism (World Scientific)
- M. Z. Hasan and C. L. Kane, Colloquium: Topological insulators, Rev. Mod. Phys. **82**, 3046 (2010)
- P. G. de Gennes, Superconductivity of Metals and Alloys (Addison-Wesley)
- M. Tinkham, Introduction to Superconductivity (Dover)

**Modulteil: Übung zu Theorie der kondensierten Materie**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch / Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** alle 4 Semester im SoSe

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Theorie der kondensierten Materie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0085: Theoretische Biophysik</b> <i>Theoretical Biophysics</i>		8 ECTS/LP
Version 2.1.0 (seit WS16/17 bis SoSe21) Modulverantwortliche/r: PD Dr. Igor Goychuk		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cell structure and organization. Molecules of life, structure-function relations. Importance of dynamics, spatial and time scales</li> <li>• Molecular forces in biological structures. Entropic forces and importance of electrostatics. Energy scales. Molecular dynamics and visualization</li> <li>• Global transitions in proteins. Two-state thermodynamical model and Arrhenius kinetics, importance of both entropy and enthalpy changes</li> <li>• Biochemical reactions: macroscopic enzyme kinetics and stochastic effects in real cells</li> <li>• Gene-protein circuits (genetic regulation), genetic switches and oscillators</li> <li>• Transmembrane transport: ion channels, pumps, and transporters</li> <li>• Excitable membranes: Hodgkin-Huxley model and bottom-up approach</li> <li>• Molecular motors as macromolecular Brownian machines and biochemical cycle kinetics</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen Grundbegriffe, Konzepte, Phänomenologie und Theorie zur Erforschung von Struktur, Dynamik und Kinetik der biologisch relevanten molekularen Systeme, sowie die wichtigsten biophysikalischen Modelle,</li> <li>• sind in der Lage, freie Software für biophysikalische Simulationen einzusetzen,</li> <li>• sind kompetent, theoretische Modelle selbst vorzuschlagen und zu untersuchen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> In der Regel wird dieses Modul in zwei Teilen angeboten (jeweils 2 V + 1 Ü).		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Mechanik, Elektrodynamik, Statistische Physik		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 2 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Theoretische Biophysik (Teil 1)</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

<p><b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Nelson, Biological Physics: Energy, Information, Life (Freeman, New York, 2004)</li> <li>• P. Nelson, Physical Models of Living Systems (Freeman, New York, 2015)</li> <li>• M. B. Jackson, Molecular and Cellular Biophysics (Cambridge University Press, 2006)</li> <li>• J. Keener and J. Sneyd, Mathematical Physiology (Springer, New York, 2001)</li> <li>• T. L. Hill, Free Energy Transduction and Biochemical Cycle Kinetics (Dover Publications, 2004)</li> <li>• R. Nossal and H. Lecar, Molecular and Cell Biophysics (Addison-Wesley, Redwood City, 1991)</li> <li>• T. D. Pollard, W. C. Earnshaw, and J. Lippincott-Schwartz, Cell Biology, second edition (Spektrum Verlag, 2007)</li> </ul>
<p><b>Modulteil: Übung zu Theoretische Biophysik (Teil 1)</b>  <b>Lehrformen:</b> Übung  <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  <b>SWS:</b> 1,00</p>
<p><b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Modulteil: Theoretische Biophysik (Teil 2)</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  <b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Nelson, Biological Physics: Energy, Information, Life (Freeman, New York, 2004)</li> <li>• P. Nelson, Physical Models of Living Systems (Freeman, New York, 2015)</li> <li>• M. B. Jackson, Molecular and Cellular Biophysics (Cambridge University Press, 2006)</li> <li>• J. Keener and J. Sneyd, Mathematical Physiology (Springer, New York, 2001)</li> <li>• T. L. Hill, Free Energy Transduction and Biochemical Cycle Kinetics (Dover Publications, 2004)</li> <li>• R. Nossal and H. Lecar, Molecular and Cell Biophysics (Addison-Wesley, Redwood City, 1991)</li> <li>• T. D. Pollard, W. C. Earnshaw, and J. Lippincott-Schwartz, Cell Biology, second edition (Spektrum Verlag, 2007)</li> </ul>
<p><b>Modulteil: Übung zu Theoretische Biophysik (Teil 2)</b>  <b>Lehrformen:</b> Übung  <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  <b>SWS:</b> 1,00</p>
<p><b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Prüfung</b>  <b>Theoretische Biophysik</b>  Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet</p>

<b>Modul PHM-0086: Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme</b> <i>Dynamics of Nonlinear and Chaotic Systems</i>		8 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS12/13 bis SoSe23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Alexander Weber		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bifurcations</li> <li>• Strange attractors and fractal dimensions</li> <li>• Chaos in Hamiltonian Systems</li> <li>• Intermittence, Control of Chaos</li> <li>• Dynamic chaos in biological systems</li> <li>• Chaos in quantum chaos</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students know the basic physical and mathematical properties of chaotic systems</li> <li>• Students understand the difference to linear systems and know the conditions when chaos emerges in non-linear systems</li> <li>• Students can ask research questions on non-linear systems</li> <li>• Students can develop simple non-linear models for biological or quantum systems</li> <li>• Students can read and understand scientific literature</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Theoretical Physics I (Mechanics / Non-linear Dynamics)		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>SWS:</b> 4,00
<b>Lernziele:</b> see module description
<b>Inhalte:</b> see module description
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Strogatz Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering (Westview Press; 2nd edition, 2014)</li> <li>• E. Ott, Chaos in Dynamical Systems (Cambridge University Press, 2nd ed., 2009)</li> <li>• Scholarpedia, section "Dynamical Systems" (<a href="http://www.scholarpedia.org">http://www.scholarpedia.org</a>)</li> </ul>

---

**Modulteil: Übung zu Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0087: Basics of Quantum Computing</b> <i>Basics of Quantum Computing</i>		8 ECTS/LP
Version 2.1.0 (seit SoSe22) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Heyl		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qubits and their realizations</li> <li>• Quantum gates and quantum circuits</li> <li>• DiVincenzo criteria</li> <li>• Quantum algorithms</li> <li>• Digital quantum simulation</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students acquire basic understanding of the principles of quantum computers and their applications.</li> <li>• They have the skills to construct and simulate concrete quantum circuits and algorithms.</li> <li>• They have the competence to identify and translate suitable problems into quantum circuits as well as to follow the modern developments in quantum computing.</li> <li>• Integrated acquisition of key qualifications: Abstraction skills through the translation of physics problems onto quantum computing language, familiarization with English professional language</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Good knowledge of quantum mechanics		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im SoSe)	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Basics of Quantum Computing</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>SWS:</b> 4,00
<b>Lernziele:</b> see module description
<b>Inhalte:</b> see module description
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D. DiVincenzo, Quantum Computation, Science <b>270</b>, 255-261 (1995)</li> <li>• M. Nielsen and I. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information (Cambridge University Press, 2000)</li> <li>• J. Stolze and D. Suter, Quantum Computing (Wiley-VCH, 2004)</li> </ul>

---

**Modulteil: Basics of Quantum Computing (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Basics of Quantum Computing**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0100: Seminar über Ausgewählte Aspekte der Klima- und Atmosphärenforschung</b> <i>Seminar: Selected Topics of Climate and Atmosphere Research</i>		4 ECTS/LP
Version 2.0.0 (seit SoSe24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Bittner		
<b>Inhalte:</b> Folgende Themen bzw. Themenkreise werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau, Zirkulation und Kopplungsmechanismen der Atmosphäre</li> <li>• Klimamodellierung</li> <li>• Prinzip der Fernerkundung (Landoberfläche, Atmosphäre)</li> <li>• Wolken, Aerosole</li> <li>• Ozon</li> <li>• Einfluss des Menschen auf das Klima</li> <li>• Experimentelle Methoden zur Erfassung atmosphärischer Parameter</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Denkweisen und grundlegenden Methoden in einem modernen Spezialgebiet, der Atmosphärenphysik, einschließlich einiger wichtiger technologischer Anwendungsmöglichkeiten.</li> <li>• Sie besitzen die Fertigkeit, sich unter Verwendung moderner Methoden der Literaturrecherche selbständig in ein aktuelles Themengebiet einzuarbeiten und dieses zu durchdringen. Sie sind in der Lage, das Thema mit angemessener Medienunterstützung anschaulich und überzeugend darzustellen.</li> <li>• Die Studierenden sind kompetent in der eigenständigen Bearbeitung eines vorgegebenen, speziellen Themas. Sie können das Thema strukturiert darstellen und ihre eigenen Bewertungen dazu in der Diskussion mit den übrigen Seminarteilnehmern vertreten.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Das Seminar wird in der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (Zugspitze) als Blockseminar in der vorlesungsfreien Zeit durchgeführt.  Die Veranstaltung wird nur dann abgehalten werden können, wenn es die Sicherheitslage aufgrund Covid19 dies zulässt.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium) 30 Std. Seminar (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> gute Kenntnisse der Thermodynamik, Molekül- und Atomphysik und Optik  Teilnahme an mind. einem der Module Physik der Atmosphäre I oder II		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Ausgewählte Aspekte der Klima- und Atmosphärenforschung</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Michael Bittner, PD Dr. habil. Sabine Wüst <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00		

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

- W. Rödel, 2000. Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre (Springer, 3. Auflage)
- G. Visconti, 2016. Fundamentals of physics and chemistry of the atmosphere (Springer, 2. Auflage)
- G. P. Brasseur et al., 1999. Atmospheric chemistry and global change (Oxford)
- K. E. Trenberth (Ed.), 2009. Climate System Modeling (Cambridge, 2. Auflage)
- W. G. Rees, 2013. Physical principles of remote sensing: 1. Remote sensing (Cambridge, 3. Auflage)
- J. P. Peixoto und A. H. Oort, 1992. Physics of climate (American Institute of Physics, 2. Auflage)
- C. Elachi, J. van Zyl, 2021. Introduction to the physics and techniques of remote sensing (Wiley, 3. Auflage)

**Prüfung**

**Seminar über Ausgewählte Aspekte der Klima- und Atmosphärenforschung**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

<b>Modul PHM-0117: Surfaces and Interfaces</b> <i>Surfaces and Interfaces</i>	6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Manfred Albrecht	
<b>Inhalte:</b> Introduction <ul style="list-style-type: none"> <li>• The importance of surfaces and interfaces</li> </ul> Some basic facts from solid state physics <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crystal lattice and reciprocal lattice</li> <li>• Electronic structure of solids</li> <li>• Lattice dynamics</li> </ul> Physics at surfaces and interfaces <ul style="list-style-type: none"> <li>• Structure of ideal and real surfaces</li> <li>• Relaxation and reconstruction</li> <li>• Transport (diffusion, electronic) on interfaces</li> <li>• Thermodynamics of interfaces</li> <li>• Electronic structure of surfaces</li> <li>• Chemical reactions on solid state surfaces (catalysis)</li> <li>• Interface dominated materials (nano scale materials)</li> </ul> Methods to study chemical composition and electronic structure, application examples <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scanning electron microscopy</li> <li>• Scanning tunneling and scanning force microscopy</li> <li>• Auger – electron – spectroscopy</li> <li>• Photo electron spectroscopy</li> </ul>	
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• have knowledge of the structure, the electronical properties, the thermodynamics, and the chemical reactions on surfaces and interfaces,</li> <li>• acquire the skill to solve problems of fundamental research and applied sciences in the field of surface and interface physics,</li> <li>• have the competence to solve certain problems autonomously based on the thought physical basics.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills.</li> </ul>	
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)	
<b>Voraussetzungen:</b> recommended prerequisites: - basic knowledge from chemistry lectures - basic knowledge in solid state physics and materials science (crystallography, electronic structure, thermodynamics of solids), covered e.g. by the modules "Physics IV - Solid State Physics" or "Materials Science I+II"	

<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

**Modulteile**

**Modulteil: Surfaces and Interfaces**  
**Lehrformen:** Vorlesung  
**Sprache:** Englisch  
**Angebotshäufigkeit:** jährlich  
**SWS:** 3,00

**Lernziele:**  
 see module description

**Inhalte:**  
 see module description

**Literatur:**

- Ertl, Küppers: Low Energy Electrons and Surface Chemistry (VCH)
- Lüth: Surfaces and Interfaces of Solids (Springer)
- Zangwill: Physics at Surfaces (Cambridge)
- Feldmann, Mayer: Fundamentals of Surface and thin Film Analysis (North Holland)
- Henzler, Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers (Teubner)
- Briggs, Seah: Practical Surface Analysis I und II (Wiley)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**  
**Surfaces and Interfaces** (Vorlesung)  
*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Modulteil: Surfaces and Interfaces (Tutorial)**  
**Lehrformen:** Übung  
**Sprache:** Englisch  
**Angebotshäufigkeit:** jährlich  
**SWS:** 1,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**  
**Surfaces and Interfaces (Tutorial)** (Übung)  
*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**  
**Surfaces and Interfaces**  
 Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet  
**Prüfungsvorleistungen:**  
 Surfaces and Interfaces

<b>Modul PHM-0187: Mathematik und Physik der Raum-Zeit</b> <i>Mathematics and Physics of Space-Time</i>		8 ECTS/LP
Version 1.4.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>In diesem interdisziplinären Modul werden die mathematischen und physikalischen Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie von jeweils einem Dozenten der Mathematik und der Physik gemeinsam unterrichtet. Somit schlägt das Modul eine Brücke von der Differentialgeometrie bis hin zur Beobachtung gravitativer Effekte auf kosmischen Skalen.</p> <p>Folgende Themenbereiche werden unter anderem angesprochen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordinatensysteme</li> <li>• Symmetrien und Kovarianz</li> <li>• Äquivalenzprinzip</li> <li>• Vektorfelder, Differentialformen und Tensoren</li> <li>• Parallelverschiebung</li> <li>• Krümmung und Torsion</li> <li>• Geodäten</li> <li>• Konsequenzen der gekrümmten Geometrie im Sonnensystem</li> <li>• Einsteinsche Feldgleichung und Energie-Impuls Tensor</li> <li>• Einstein-Cartan-Geometrie</li> <li>• Schwarzschildlösung und weitere exakte Lösungen</li> <li>• Gravitationswellen</li> </ul>		
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die mathematischen Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie und verstehen deren physikalische Relevanz.</li> <li>• Sie kennen die physikalischen Konzepte der Allgemeine Relativitätstheorie sowie wichtige experimentelle Tests der Theorie.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, typische Problemstellungen der Allgemeinen Relativitätstheorie selbständig zu bearbeiten.</li> </ul> <p>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch die Arbeit in Kleingruppen entwickeln die Studierenden ihre Teamfähigkeit.</li> <li>• Sie sind in der Lage, in einem interdisziplinären Kontext zielgruppenorientiert zu argumentieren und eine fachfremde Argumentation einzuordnen und zu verstehen.</li> </ul>		
<p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 240 Std.</p> <p>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>		
<p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Kenntnisse der Theoretischen Physik und Mathematik, wie sie üblicherweise in einem Bachelorstudiengang Physik oder einem Bachelorstudiengang Mathematik mit Nebenfach Physik erworben werden</p>		<p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Bestehen der Modulprüfung</p>
<p><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester jeweils im Wintersemester</p>	<p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.</p>	<p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>

<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs
---------------------	---

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Geometrie und Gravitation</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester jeweils im Wintersemester  <b>SWS:</b> 4,00</p>
<p><b>Lernziele:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die mathematischen Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie und verstehen deren physikalische Relevanz.</li> <li>• Sie kennen die physikalischen Konzepte der Allgemeine Relativitätstheorie sowie wichtige experimentelle Tests der Theorie.</li> </ul>
<p><b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R. W. Sharpe, <i>Differential Geometry</i> (Springer-Verlag, 2000)</li> <li>• R. P. Feynman, <i>Feynman Lectures on Gravitation</i> (Westview Press, 2002)</li> <li>• J. Foster, J. D. Nightingale, <i>A short course in general relativity</i> (Springer-Verlag, 2010)</li> <li>• S. M. Carroll, <i>Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity</i> (Cummings, 2003)</li> <li>• Ch. W. Misner, K. S. Thorne, J. A. Wheeler, <i>Gravitation</i> (Princeton University Press, 2017)</li> </ul>
<p><b>Modulteil: Übung zu Geometrie und Gravitation</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung  <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester jeweils im Wintersemester  <b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Lernziele:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, typische Problemstellungen der Allgemeinen Relativitätstheorie selbständig zu bearbeiten.</li> </ul> <p>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch die Arbeit in Kleingruppen entwickeln die Studierenden ihre Teamfähigkeit.</li> <li>• Sie sind in der Lage, in einem interdisziplinären Kontext zielgruppenorientiert zu argumentieren und eine fachfremde Argumentation einzuordnen und zu verstehen.</li> </ul>
<p><b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Literatur:</b> siehe zugehörige Vorlesung</p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Geometrie und Gravitation</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b> wenn LV angeboten</p>

<b>Modul PHM-0193: Plasma-Material-Wechselwirkung</b> <i>Plasma Material Interaction</i>		6 ECTS/LP
Version 2.4.0 (seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr.-Ing. Ursel Fantz Dr. Armin Manhard		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fundamentals of plasma material interactions (winter term)</li> <li>High heat load components in nuclear fusion devices (summer term)</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Knowledge: The students know the fundamental plasma material interaction processes and their implication for nuclear fusion research in light of the technological boundary conditions and challenges.</li> <li>Skills: The students are proficient in a differentiated analysis of complex systems, based on learning from examples of power exhaust in fusion devices.</li> <li>Competencies: The students are competent in elaborating current topics of plasma material interaction.</li> <li>Integrated achievement of key qualifications: Acquirement of interdisciplinary knowledge, independent work with English literature, abstraction and approximation of complex processes using numerical models, application-oriented thinking and ability to contemplate about experimental results.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>The two lectures of this module can be followed in an arbitrary order. Thus, the module can be started at a summer or winter term.</li> <li>The oral exam (30 min, 6 CP) covers both lectures of the module, i.e. 'Fundamentals of plasma material interactions' (winter term) and 'High heat load components in nuclear fusion devices' (summer term). It can be taken at any time (registration in Studis necessary during the registration period, for an exam appointment contact the lecturer).</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> recommended: module "Plasmaphysik und Fusionsforschung"		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> general examination for entire module
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 2 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Moduleile</b>		
<b>Moduleil: Fundamentals of plasma material interactions</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Lernziele:</b> see description of module		

<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Fundamental plasma boundary physics, erosion processes: physical sputtering, chemical erosion, radiation induced sublimation, arcs, experimental observation of surface processes in plasmas, methods for characterizing surfaces, coating techniques, hydrogen retention, surface modification by plasmas.</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Stangeby: The plasma boundary of magnetic fusion devices (IOP, 2000)</li> <li>• R. Clark, D. Reiter (Eds.): Nuclear Fusion Research, Understanding Plasma-Surface Interactions (Springer, 2005)</li> <li>• O. Auciello, D. L. Flamm (Eds.): Plasma Diagnostics, Volume 2: Surface Analysis and Interactions (Plasma-Materials Interactions) (Academic Press, 1989)</li> <li>• M. Turnyanskiy et al.: European roadmap to the realization of fusion energy: Mission for solution on heat-exhaust systems (Fusion Engineering and Design, 2015)</li> </ul>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Fundamentals of plasma material interactions</b> (Vorlesung)  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p>
<p><b>Modulteil: High heat load components in nuclear fusion devices</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung  <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  <b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Lernziele:</b></p> <p>see description of module</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>Interdependency of material choices and fusion performance, material choices and technologies for power exhaust in a fusion power plant, migration of materials in a fusion plasma, diagnostics for plasma material interaction in fusion devices (in situ and post mortem), numerical methods for studying plasma material interaction.</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Stangeby: The plasma boundary of magnetic fusion devices (IOP, 2000)</li> <li>• R. Clark, D. Reiter (Eds.): Nuclear Fusion Research, Understanding Plasma-Surface Interactions (Springer, 2005)</li> <li>• M. Turnyanskiy et al.: European roadmap to the realization of fusion energy: Mission for solution on heat-exhaust systems, Fusion Engineering and Design (2015)</li> <li>• V. A. Evtikhin et al.: Lithium divertor concept and results of supporting experiments, Plasma Phys. Control. Fusion 44, 955 (2002)</li> <li>• T. Hirai et al.: ITER tungsten divertor design development and qualification program, Fusion Eng. Des. 88, 1798 (2013)</li> <li>• A. R. Raffray et al.: High heat flux components - Readiness to proceed from near term fusion systems to power plants, Fusion Eng. Des. 85, 93 (2010)</li> </ul>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Plasma Material Interaction</b></p> <p>Mündliche Prüfung, One exam on both lectures of the module / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b></p> <p>jedes Semester</p> <p><b>Beschreibung:</b></p> <p>The exam can be taken at any time (registration in Studis necessary during the registration period, for an exam appointment contact the lecturer).</p>

<b>Modul PHM-0219: Moderne Optik</b> <i>Modern Optics</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe24) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Brütting Prof. Dr. Benjamin Stadtmüller		
<b>Inhalte:</b> Klassische Optik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlenoptik</li> <li>• Wellenoptik</li> <li>• Lichtausbreitung in Materie</li> </ul> Quantenoptik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohärenz und Interferenz</li> <li>• Laser</li> <li>• (Quanten-) Metrologie mit Licht</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Grundlagen der klassischen Optik und die Konzepte der Quantenoptik,</li> <li>• sind in der Lage, optische Komponenten für wissenschaftliche Fragestellungen zu analysieren und</li> <li>• sind kompetent im praktischen Einsatz derartiger Systeme.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Umgang mit englischsprachiger Spezialliteratur.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes inkl. Prüfungsvorbereitung (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Allgemeine Optikkenntnisse aus der Grundvorlesung		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester nächster Termin SS2024	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Moderne Optik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Wolfgang Brütting <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 4,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0
<b>Lernziele:</b> s. Modulbeschreibung
<b>Inhalte:</b> s. Modulbeschreibung

**Literatur:**

- B.E.A. Saleh, M.C. Teich: Fundamentals of Photonics (Wiley)
- M. Fox: Quantum Optics (Oxford)

**Prüfung**

**Moderne Optik**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul PHM-0225: Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists</b> <i>Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists</i>		6 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Andreas Hörner		
<b>Inhalte:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Basics in electronic and electrical engineering</li> <li>2. Quadrupole theory</li> <li>3. Electronic Networks</li> <li>4. Semiconductor Devices</li> <li>5. Implementation of transistors</li> <li>6. Operational amplifiers</li> <li>7. Optoelectronic Devices</li> <li>8. Measurement Devices</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic terms, concepts and phenomena of electronic and electrical engineering for the use in the Lab,</li> <li>• have skills in easy circuit design, measuring and control technology, analog electronics,</li> <li>• have expertise in independent working on circuit problems. They can calculate and develop easy circuits.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> Andreas Hörner <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 4,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists</b> (Vorlesung + Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>		

**Prüfung**

**Analog Electronics Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

nur im WiSe

**Prüfungsvorleistungen:**

Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists

<b>Modul PHM-0226: Digital Electronics for Physicists and Materials Scientists</b> <i>Digital Electronics for Physicists and Materials Scientists</i>		6 ECTS/LP
Version 1.3.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Andreas Hörner		
<b>Inhalte:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Boolean algebra and logic gates</li> <li>2. Digital electronics and calculation of digital circuits</li> <li>3. Converters (Analog – Digital, Digital – Analog)</li> <li>4. Principle of digital memory and communication,</li> <li>5. Microprocessors and Networks</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic terms, concepts and phenomena of electronic and electrical engineering for the use in the Lab,</li> <li>• have skills in easy circuit design, measuring and control technology and digital electronics,</li> <li>• have expertise in independent working on circuit problems. They develop easy digital circuits and program microprocessors</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Digital Electronics for Physicists and Materials Scientists</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung <b>Dozenten:</b> Andreas Hörner <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 4,00 <b>ECTS/LP:</b> 6.0		
<b>Prüfung</b> <b>Digital Electronics Digital Electronics for Physicists and Materials Scientists</b> Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> nur im SoSe		

<b>Modul PHM-0046: Theoretische Festkörperphysik</b> <i>Theoretical Solid State Physics</i>		8 ECTS/LP
Version 2.1.0 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Liviu Chioncel		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristallstruktur, reziprokes Gitter</li> <li>• Nichtwechselwirkende Elektronen im periodischen Potential: Bloch-Theorem, Störungstheorie, stark gebundene Elektronen</li> <li>• Semiklassische Dynamik von Blochelektronen: Zener-Durchbruch, Semiklassik im konstanten Magnetfeld, Drude-Theorie, Diffusion</li> <li>• Gitterdynamik: Born-Oppenheimer-Näherung, Phononen, Debye- und Einstein-Modell</li> <li>• Elektron-Elektron-Wechselwirkung: Hartree-Fock-Näherung, Dichtefunktionaltheorie, Abschirmung</li> <li>• Formalismus der zweiten Quantisierung</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Grundlagen und Methoden der quantentheoretischen Beschreibung von Festkörpern und ihren Eigenschaften im Rahmen nicht wechselwirkender Vielteilchensysteme bzw. effektiver Einteilchentheorien,</li> <li>• sind in der Lage, physikalische Fragestellungen der Festkörperphysik theoretisch zu formulieren und durch Anwendung geeigneter Näherungsmethoden zu untersuchen,</li> <li>• haben die Fähigkeit, Problemstellungen in den genannten Teilgebieten selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Das Modul baut insbesondere auf den Inhalten der Bachelor-Vorlesungen Theoretische Physik II + III und Physik IV auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Theoretische Festkörperphysik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 4,00
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

- N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, Solid State Physics (Rinehart and Winston)
- J. Callaway, Quantum Theory of the Solid State (Academic)
- P. Coleman, Introduction to Many Body Physics (Cambridge)
- P. Fulde, Electron Correlations in Molecules and Solids (Springer)
- G. Giuliani and G. Vignale, Quantum Theory of the Electron Liquid (Cambridge)
- C. Kittel, Quantum Theory of Solids (Wiley)
- P. L. Taylor and O. Heinonen, A Quantum Approach to Condensed Matter Physics (Cambridge)
- J. M. Ziman, Prinzipien der Festkörpertheorie (Harri Deutsch)

**Modulteil: Übung zu Theoretische Festkörperphysik**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Theoretische Festkörperphysik**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0044: Experimentelle Festkörperphysik</b> <i>Experimental Solid State Physics</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.1 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. István Kézsmárki		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristallstrukturen und Symmetrieeigenschaften</li> <li>• Strukturanalyse: Röntgen-/Neutronendiffraktion/Tunnel-,Kraftmikroskopie</li> <li>• Elektronischen Struktur von Kristallen: Freies Elektronengas, Energiebänder, Dynamik von Kristallelektronen</li> <li>• Dielektrische Eigenschaften von Kristallen: Polarisation, dielektrischer Tensor, Ferroelektrizität</li> <li>• Optische Anregungen: optische Phononen, Kristallfeldanregungen, Exzitonen, Bandübergänge</li> <li>• Magnetische Eigenschaften von Festkörpern</li> <li>• Supraleitung</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen Konzepte, Phänomenologie und experimentelle Methoden zur Erforschung von Struktur und Dynamik kondensierter Materie.</li> <li>• Die Studierenden haben Fertigkeiten, komplexe Experimente selbständig durchzuführen; sie sind vertraut mit allgemeinen Auswertemethoden und können selbständig Messdaten bewerten und analysieren.</li> <li>• Die Studierenden besitzen die Kompetenz, übergreifende Problemstellungen im Bereich der experimentellen Festkörperphysik selbständig zu bearbeiten. Dies umfasst insbesondere die kritische Wertung der Messergebnisse und detaillierte Interpretationen experimenteller Ergebnisse durch aktuelle Theorien.</li> <li>• Die Studierenden erwerben analytisch-methodische Kompetenzen des wissenschaftlichen und logischen Denkens und der Literaturrecherche mit englischer Fachliteratur.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Das Modul baut auf den Inhalten der Bachelor-Vorlesungen Physik I - III, Theoretische Physik I - IV und insbesondere auf Physik IV auf.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Experimentelle Festkörperphysik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Inhalte:**

- Dielektrische Funktion des Elektronengases
  - Dispersionsrelation elektromagnetischer Wellen
  - Plasmaschwingungen
  - Polaritonen
  - Polaronen und Exzitonen
- Dielektrische Festkörper
  - Dielektrische Konstante
  - Polarisierbarkeit, Innere Felder
- Polare Ordnung
  - Ferroelektrizität
  - Anti-Ferroelektrizität
- Optische Spektroskopie
  - FIR und Raman Streuung
  - Elektronenspektroskopie
- Magnetismus von Festkörpern
  - Grundbegriffe und Einleitung
  - Magnetische Momente im Festkörper
  - Diamagnetismus
  - Paramagnetismus
  - Magnetische Wechselwirkung
  - Ferro- und Antiferromagnetismus
  - Magnetische Domänen
- Magnetische Resonanz
  - Blochgleichung
  - NMR und ESR
- Supraleitung
  - Grundbegriffe und Phänomenologie
  - Meißner-Effekt, Eindringtiefe, Kohärenzlänge
  - Thermodynamik
  - Grundlagen der BCS-Theorie
  - Hochtemperatur- und unkonventionelle Supraleiter

**Literatur:**

- R. Gross, A. Marx, Festkörperphysik (De Gruyter)
- N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Festkörperphysik (Oldenbourg)
- Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg)
- D. Craik, Magnetism: Principles and Applications
- N. Spaldin, Magnetic Materials
- W. A. Harrison, Electronic Structure and the Properties of Solids
- W. Buckel, Supraleitung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Experimentelle Festkörperphysik** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.\**

**Modulteil: Übung zu Experimentelle Festkörperphysik**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch / Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Experimentelle Festkörperphysik (Übung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Experimentelle Festkörperphysik**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0070: Vielteilchentheorie</b> <i>Many-Body Theory</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fabian Pauly		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenmechanik für Vielteilchensysteme (2. Quantisierung)</li> <li>• Zweizeitige Green-Funktionen</li> <li>• Lineare Resonsetheorie (verallgemeinerte Suszeptibilitäten)</li> <li>• Vielteilchensysteme ohne dynamische Korrelationen</li> <li>• Das Wicksche Theorem</li> <li>• Näherung des effektiven Feldes</li> <li>• BCS-Theorie der Supraleitung</li> <li>• Diagrammatische Störungsrechnung</li> <li>• Statistische Physik des Nichtgleichgewichts</li> <li>• Fermionische und bosonische Modellsysteme</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte zur Beschreibung von quantenmechanischen Vielteilchensystemen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, approximative Methoden der Vielteilchenphysik zur Berechnung von spektroskopischen Meßgrößen und Transportkoeffizienten anzuwenden und</li> <li>• sind kompetent, Problemstellungen aus den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Kenntnisse der Theoretischen Festkörperphysik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Vielteilchentheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Band 7, "Vielteilchentheorie" (Verlag Zimmermann Neufang)
- A. Messiah, "Quantum Mechanics", Band 2
- R.D. Mattuck, "A Guide to Feynman Diagrams in the Many Body Problem" (Dover Publications)
- A.L. Fetter, I.D. Walecka, "Quantum Theory of Many-Particle Systems" (McGraw Hill)
- A.A. Abrikosov, L.P. Gorkov, I. Dzyaloshinsky, "Methods of Quantum Field Theory" (Dover Publications)
- S. Doniach, E.H. Sondheimer, Frontiers in Physics Lecture Note Series 44, "Green
- G.D. Mahan, "Many-Particle Physics" (Plenum Press)
- I.W. Negele, H. Orland, "Quantum Many-Particle Physics", Frontiers in Physics Lecture Note Series 68 (Addison Wesley).

**Modulteil: Übung zu Vielteilchentheorie**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jährlich

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Vielteilchentheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0073: Relativistische Quantenfeldtheorie</b> <i>Relativistic Quantum Field Theory</i>		8 ECTS/LP
Version 1.6.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erinnerung an die kovariante Formulierung der speziellen Relativitätstheorie und an die klassische Feldtheorie</li> <li>• Freies Klein-Gordon-Feld</li> <li>• Freies Dirac-Feld</li> <li>• Freies elektromagnetisches Feld</li> <li>• Quantenelektrodynamik</li> <li>• Elektroschwache Wechselwirkung</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen der Theorie der Elementarteilchen, insbesondere die relativistische feldtheoretische Beschreibung von Fermionen und Bosonen, die Beschreibung von Wechselwirkungen am Beispiel der Quantenelektrodynamik sowie gruppentheoretische Grundlagen,</li> <li>• können Zusammenhänge zwischen einer relativistischen Quantenfeldtheorie und der quantenfeldtheoretischen Beschreibung von Festkörpern herstellen</li> <li>• und sind in der Lage, das erworbene Wissen auf die Analyse konkreter Problemstellungen anzuwenden.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen. Dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Stoff eines viersemestrigen Kurses in Theoretischer Physik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester jeweils im Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Relativistische Quantenfeldtheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester jeweils im Wintersemester <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Lernziele:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen der Theorie der Elementarteilchen, insbesondere die relativistische feldtheoretische Beschreibung von Fermionen und Bosonen, die Beschreibung von Wechselwirkungen am Beispiel der Quantenelektrodynamik sowie gruppentheoretische Grundlagen.</li> <li>• Sie können Zusammenhänge zwischen einer relativistischen Quantenfeldtheorie und der quantenfeldtheoretischen Beschreibung von Festkörpern herstellen.</li> </ul>		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• F.Mandl, G. Shaw, <i>Quantum Field Theory</i> (Wiley, 2010)</li><li>• M. E. Peskin, D. V. Schroeder, <i>An Introduction to Quantum Field Theory</i> (CRC Press, 1995)</li><li>• M. Kaku, <i>Quantum field theory</i> (Oxford University Press, 1993)</li><li>• W. Greiner u. a., <i>Theoretische Physik, Bände 7, 7A, 8</i> (Europa-Lehrmittel, 1994)</li></ul>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Relativistische Quantenfeldtheorie</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p>
<p><b>Modulteil: Übung zu Relativistische Quantenfeldtheorie</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester jeweils im Wintersemester <b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Lernziele:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden sind in der Lage, das erworbene Wissen auf die Analyse konkreter Problemstellungen anzuwenden.</li><li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen. Dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.</li></ul>
<p><b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung</p>
<p><b>Literatur:</b> siehe zugehörige Vorlesung</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Übung zu Relativistische Quantenfeldtheorie</b> (Übung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Relativistische Quantenfeldtheorie</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> wenn LV angeboten</p>

<b>Modul PHM-0075: Allgemeine Relativitätstheorie</b> <i>General Relativity</i>		8 ECTS/LP
Version 1.3.0 (seit WS09/10 bis SoSe22) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzprinzip</li> <li>• Bewegung in gekrümmten Räumen (metrischer Tensor, ko- und kontravariante Vektoren, Tensoren, freies Teilchen in gekrümmten Koordinaten)</li> <li>• Schwarzschildmetrik (Bewegung im Gravitationsfeld, nichtrelativistische Näherung)</li> <li>• Konsequenzen der gekrümmten Geometrie im Sonnensystem (Spektralverschiebung, Periheldrehung, Lichtablenkung, Radarechoverzögerung)</li> <li>• Paralleltransport und kovariante Ableitung</li> <li>• Geodätische Präzession</li> <li>• Riemannscher Krümmungstensor und Ricci-Tensor (geodätische Abweichung, Paralleltransport und Krümmung)</li> <li>• Energie-Impuls-Tensor</li> <li>• Einsteinsche Feldgleichung</li> <li>• Schwarzschildlösung in verschiedenen Koordinaten</li> <li>• Gravitationswellen</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden theoretischen Prinzipien der Allgemeinen Relativitätstheorie sowie einige experimentelle Tests der Theorie,</li> <li>• verstehen die physikalische Relevanz der formalen Methoden der Differentialgeometrie</li> <li>• und sind in der Lage, typische Problemstellungen der Allgemeinen Relativitätstheorie selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen. Dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Kenntnisse der Theoretischen Physik und Mathematik, wie sie üblicherweise in einem Bachelorstudiengang Physik oder einem Bachelorstudiengang Mathematik mit Nebenfach Physik erworben werden		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Allgemeine Relativitätstheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 4,00		

<b>Lernziele:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden theoretischen Prinzipien der Allgemeinen Relativitätstheorie sowie einige experimentelle Tests der Theorie.</li><li>• Sie verstehen die physikalische Relevanz der formalen Methoden der Differentialgeometrie.</li></ul>
<b>Inhalte:</b> <p>siehe Modulbeschreibung</p>
<b>Literatur:</b> <p>J. Foster, J. D. Nightingale, <i>A short course in general relativity</i> (Springer, 2006)</p>
<b>Modulteil: Übung zu Allgemeine Relativitätstheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Übung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Lernziele:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden sind in der Lage, typische Problemstellungen der Allgemeinen Relativitätstheorie selbständig zu bearbeiten.</li><li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen. Dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.</li></ul>
<b>Inhalte:</b> <p>siehe Modulbeschreibung</p>
<b>Literatur:</b> <p>siehe zugehörige Vorlesung</p>
<b>Prüfung</b> <b>Allgemeine Relativitätstheorie</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0077: Theorie des Magnetismus</b> <i>Theory of Magnetism</i>		8 ECTS/LP
Version 1.3.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Arno Kampf		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetismus und elektronische Wechselwirkung</li> <li>• Spinaustausch</li> <li>• Para- und Diamagnetismus</li> <li>• Quantenhalleffekt</li> <li>• Ising-Modell</li> <li>• Heisenberg-Modell</li> <li>• Hubbard-Modell</li> <li>• Kondo-Problem</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Mechanismen, die im Festkörper zum Magnetismus führen,</li> <li>• kennen die magnetischen Quantenmodelle und die Standard-Lösungsverfahren,</li> <li>• können den Zusammenhang zwischen Magnetismus und elektronischen Korrelationen herstellen</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Es wird empfohlen, das Modul Theoretische Festkörperphysik zuerst zu absolvieren.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Theorie des Magnetismus</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

- P. Fazekas, Electron Correlation and Magnetism (World Scientific)
- W. Nolting, Quantentheorie des Magnetismus (Teubner)
- K. Yosida, Theory of Magnetism (Springer)

**Modulteil: Übung zu Theorie des Magnetismus**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** alle 4 Semester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Theorie des Magnetismus**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0080: Theorie der Supraleitung</b> <i>Theory of Superconductivity</i>		8 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fabian Pauly		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie, wichtige Experimente</li> <li>• Bardeen-Cooper-Schrieffer-Theorie</li> <li>• Elektrodynamik von Supraleitern</li> <li>• Ginzburg-Landau-Theorie</li> <li>• Josephson-Effekt</li> <li>• Fluktuationen des Ordnungsparameters</li> <li>• Gorkov-Gleichungen, Nambu-Formalismus</li> <li>• Schmutzige Supraleiter</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Phänomene supraleitender Materialien sowie die wichtigsten theoretischen Methoden und Konzepte zu ihrer Beschreibung, wie die BCS-Theorie und die Methode der Greenschen Funktionen,</li> <li>• haben Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von modernen Fragestellungen der Vielteilchenphysik, insbesondere im Rahmen der Mean-Field-Näherung, erworben,</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, aktuelle Problemstellungen aus der Theorie der Supraleitung weitgehend selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 240 Std. 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Es wird empfohlen, das Modul Theoretische Festkörperphysik zuerst zu absolvieren. Außerdem sind Kenntnisse aus der Vielteilchentheorie wünschenswert.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Theorie der Supraleitung</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester <b>SWS:</b> 4,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

- N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics (Holt, Rinehart and Winston)
- M. Tinkham, Introduction to Superconductivity (McGraw-Hill)
- A. A. Abrikosov, Fundamentals of the Theory of Metals (Academic)
- E. M. Lifschitz, L. P. Pitaevskii, Statistical Physics Part 2 (Pergamon)
- P. G. de Gennes, Superconductivity in Metals and Alloys (Westview)
- R. D. Parks (editor), Superconductivity, Vol. 1 & 2 (Marcel Dekker)

**Modulteil: Übung zu Theorie der Supraleitung**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** alle 4 Semester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Theorie der Supraleitung**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0048: Physics and Technology of Semiconductor Devices</b> <i>Physics and Technology of Semiconductor Devices</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe23) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Helmut Karl		
<b>Inhalte:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Basic properties of semiconductors (electronic bandstructure, doping, carrier excitations and carrier transport)</li> <li>2. Semiconductor diodes and transistors</li> <li>3. Semiconductor technology</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic knowledge of solid-state and semiconductor physics such as electronic bandstructure, doping, carrier excitations, and carrier transport.</li> <li>• Application of developed concepts (effective mass, quasi-Fermi levels) to describe the basic properties of semiconductors.</li> <li>• Application of these concepts to describe and understand the operation principles of semiconductor devices such as diodes and transistors</li> <li>• Knowledge of the technologically relevant methods and tools in semiconductor micro- and nanofabrication.</li> <li>• Integrated acquisition of soft skills: autonomous working with specialist literature in English, acquisition of presentation techniques, capacity for teamwork, ability to document experimental results, and interdisciplinary thinking and working.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> recommended prerequisites: basic knowledge in solid state physics, statistical physics and quantum mechanics.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Physics and Technology of Semiconductor Devices</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 3,00		
<b>Lernziele:</b> see module description		
<b>Inhalte:</b> see module description		

**Literatur:**

Additional reading:

- Yu und Cardona: Fundamentals of Semiconductors (Springer)
- Sze: Physics of Semiconductor Devices (Wiley)
- Sze: Semiconductor Devices (Wiley)
- Singh: Electronic and Optoelectronic Properties of Semiconductor Structures (Cambridge University Press)

**Modulteil: Physics and Technology of Semiconductor Devices (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 1,00

**Inhalte:**

see module description

**Prüfung**

**Physics and Technology of Semiconductor Devices**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungsvorleistungen:**

Physics and Technology of Semiconductor Devices

<b>Modul PHM-0052: Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons</b> <i>Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons</i>		6 ECTS/LP
Version 1.2.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christine Kuntscher		
<b>Inhalte:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Electromagnetic radiation: description, generation, detection [5]</li> <li>2. Spectral analysis of electromagnetic radiation: monochromators, spectrometer, interferometer [2]</li> <li>3. Excitations in the solid state: Dielectric function [2]</li> <li>4. Infrared spectroscopy</li> <li>5. Ellipsometry</li> <li>6. Photoemission spectroscopy</li> <li>7. X-ray absorption spectroscopy</li> <li>8. Neutrons: Sources, detectors</li> <li>9. Neutron scattering</li> </ol>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basics of spectroscopy and important instrumentation and methods,</li> <li>• have acquired the skills of formulating a mathematical-physical ansatz in spectroscopy and can apply these in the field of solid state spectroscopy,</li> <li>• have the competence to deal with current problems in solid state spectroscopy autonomously, and are able to judge proper measurement methods for application.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> basic knowledge in solid-state physics		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 3,00
<b>Lernziele:</b> see module description
<b>Inhalte:</b> see module description

**Literatur:**

- H. Kuzmany, Solid State Spectroscopy; Springer (2009)
- N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics; Holt, Rinehart and Winston (1976)
- J. M. Hollas, Modern Spectroscopy; Wiley-VCH (2003)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Modulteil: Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 1,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons (Tutorial)** (Übung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungsvorleistungen:**

Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons

<b>Modul PHM-0133: Physik der Gläser</b> <i>Physics of Glass</i>		6 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit SoSe15) Modulverantwortliche/r: PD Dr. Peter Lunkenheimer		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung: Geschichte, Anwendungen, Glasübergang</li> <li>• Strukturelle Aspekte: Kriterien für Glasbildung, Charakterisierung der Glasstruktur, Strukturmodelle</li> <li>• Dynamische Aspekte: Kristallisation, Rheologie und Viskosität, Spezifische Wärme, Tieftemperaturanomalien</li> <li>• Relaxationsphänomene: Spektroskopische Methoden, alpha-Prozess, Nicht-Gleichgewichtseffekte, Dynamik jenseits der alpha-Relaxation</li> <li>• Ladungstransport: Hüpfleitung, Ionenleitung, neue Elektrolytmaterialien für die Batterietechnologie der Zukunft</li> <li>• Materialwissenschaftliche Aspekte: Klassifikation technischer Gläser, Glasherstellung und Verarbeitung</li> <li>• Nicht-strukturelle Gläser: Plastische Kristalle, Orientierungsgläser</li> <li>• Modelle zum Glasübergang: Modenkopplungstheorie, Adam-Gibbs-Theorie, Freies-Volumen-Theorie</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Phänomenologie des Glasübergangs und des Glaszustandes, insbesondere die strukturellen Eigenschaften und das dynamische Verhalten. Zudem haben sie Kenntnisse von technischen Gläsern, insbesondere von deren Klassifikation, Herstellung und Anwendung, von experimentellen Methoden zur Untersuchung von Gläsern und von den wichtigsten Modellen zum Glasübergang.</li> <li>• Die Studierenden haben Fertigkeiten zur Auswertung von experimentellen Ergebnissen an Gläsern und glasbildenden Materialien und zur Klassifikation von Gläsern.</li> <li>• Die Studierenden besitzen die Kompetenz, physikalische und materialwissenschaftliche Fragestellungen im Gebiet der Gläser und glasbildenden Materialien selbständig zu behandeln. Dies umfasst insbesondere die kritische Wertung experimenteller Ergebnisse und deren Interpretation im Rahmen aktueller Modelle.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse in Festkörperphysik		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Physik der Gläser</b>		
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung		
<b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester		
<b>SWS:</b> 3,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Literatur:**

1. H. Scholze, Glas: Natur, Struktur und Eigenschaften (Springer, Berlin, 1988).
2. S.R. Elliott, Physics of Amorphous Materials (Longman, London, 1990).
3. R. Zallen, The Physics of Amorphous Solids (Wiley-VCH, Weinheim, 1998).
4. J. Zarzycki (ed.), Material Science and Technology, Vol. 9: Glasses and Amorphous Materials (VCH, Weinheim, 1991).
5. J. Zarzycki, Glasses and the Vitreous State (Cambridge University Press, Cambridge, 1991).
6. A. Schaeffer, R Langfeld: Werkstoff Glas (Springer, Berlin, 2014).

**Modulteil: Übung zu Physik der Gläser**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Wintersemester

**SWS:** 1,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Physik der Gläser**

Referat / Prüfungsdauer: 45 Minuten, benotet

<b>Modul PHM-0058: Organic Semiconductors</b> <i>Organic Semiconductors</i>		6 ECTS/LP
Version 1.9.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Brütting		
<b>Inhalte:</b> Basic concepts and applications of organic semiconductors  Introduction <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materials and preparation</li> <li>• Structural properties</li> <li>• Electronic structure</li> <li>• Optical and electrical properties</li> </ul> Devices and Applications <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organic metals</li> <li>• Light-emitting diodes</li> <li>• Solar cells</li> <li>• Field-effect transistors</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic structural and electronic properties of organic semiconductors as well as the essential function of organic semiconductor devices,</li> <li>• have acquired skills for the classification of the materials taking into account their specific features in the functioning of components,</li> <li>• and have the competence to comprehend and attend to current problems in the field of organic electronics.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: practicing technical English, working with English specialist literature, ability to interpret experimental results</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> It is strongly recommended to complete the module solid-state physics first. In addition, knowledge of molecular physics is desired.		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 5,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>  <b>Modulteil: Organic Semiconductors</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Wolfgang Brütting <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich <b>SWS:</b> 3,00		

**Lernziele:**

see module description

**Inhalte:**

see module description

**Literatur:**

- M. Schwoerer, H. Ch. Wolf: Organic Molecular Solids (Wiley-VCH)
- W. Brütting: Physics of Organic Semiconductors (Wiley-VCH)
- A. Köhler, H. Bässler: Electronic Processes in Organic Semiconductors (Wiley-VCH)
- S.R. Forrest: Organic Electronics (Oxford Univ. Press)

**Modulteil: Organic Semiconductors (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jährlich

**SWS:** 2,00

**Prüfung**

**Organic Semiconductors**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

**Prüfungsvorleistungen:**

Organic Semiconductors

<b>Modul PHM-0051: Biophysics and Biomaterials</b> <i>Biophysics and Biomaterials</i>		6 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit SoSe22) Modulverantwortliche/r: Dr. Stefan Thalhammer Westerhausen, Christoph, Dr.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transcription and translation</li> <li>• Membranes</li> <li>• DNA and proteins</li> <li>• Enabling technologies</li> <li>• Microfluidics</li> <li>• Radiation Biophysics</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> The students know: <ul style="list-style-type: none"> <li>· basic terms, concepts and phenomena of biological physics</li> <li>· models of the (bio)polymer-theory, microfluidics, radiation biophysics, nanobiotechnology, sequencing strategies, membranes and proteins</li> </ul> The students obtain skills <ul style="list-style-type: none"> <li>· for independent processing of problems and dealing with current literature.</li> <li>· to translate a biological observation into a physical question.</li> </ul> The students improve the key competences: <ul style="list-style-type: none"> <li>· self-dependent working with English specialist literature.</li> <li>· processing and interpretation of experimental data.</li> <li>· interdisciplinary thinking and working.</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium) 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Mechanics, Thermodynamics, Statistical Physics		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Biophysics and Biomaterials</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 3,00

**Lernziele:**

See module description.

**Inhalte:**

See module description.

**Literatur:**

- T. Herrmann, Klinische Strahlenbiologie – kurz und bündig, Elsevier Verlag, ISBN-13: 978-3-437-23960-1
- J. Freyschmidt, Handbuch diagnostische Radiologie – Strahlenphysik, Strahlenbiologie, Strahlenschutz, Springer Verlag, ISBN: 3-540-41419-3
- S. Haeberle, R. Zengerle, Microfluidic platforms for lab-on-a-chip applications, Lab-on-a-chip, 2007, 7, 1094-1110
- J. Berthier, Microdrops and digital microfluidics, William Andrew Verlag, ISBN:978-0-8155-1544-9
- Sackmann, Erich, and Rudolf Merkel. Lehrbuch der Biophysik. Wiley-VCH, 2010.
- Heimburg, Thomas. Thermal Biophysics of Membranes. Wiley-VCH, 2007
- Nelson, Philip. Biological physics. New York: WH Freeman, 2004.
- Boal, D. Mechanics of the Cell. Cambridge University Press, 2012
- Lecture notes

**Modulteil: Biophysics and Biomaterials (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 1,00

**Inhalte:**

See module description.

**Prüfung**

**Biophysics and Biomaterials**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten, benotet

**Prüfungsvorleistungen:**

Biophysics and Biomaterials

<b>Modul PHM-0061: Plasmaphysik und Fusionsforschung</b> <i>Plasma Physics and Fusion Research</i>		6 ECTS/LP
Version 1.4.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr.-Ing. Ursel Fantz		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plasmaphysik (Wintersemester)</li> <li>• Fusionsforschung (Sommersemester)</li> </ul>		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Methoden und Konzepte der Plasmaphysik und sind mit einfachen, grundlegenden Anwendungen vertraut,</li> <li>• kennen den aktuellen Stand der Fusionsforschung</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit Lehrbüchern und englischsprachiger Fachliteratur, Training des logischen Denkens, Verknüpfung experimenteller Ergebnisse mit theoretischer Beschreibung, Aneignung einer interdisziplinären Denkweise.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es wird empfohlen, das Modul im Wintersemester zu beginnen, da die Vorlesung 'Fusionsforschung' (SoSe) auf der Vorlesung 'Plasmaphysik' (WiSe) aufbaut.</li> <li>• Die Mündliche Prüfung (30 Min., 6 LP) geht über beide Vorlesungen des Moduls, d.h. über 'Plasmaphysik' (WiSe) und 'Fusionsforschung' (SoSe), kann aber jederzeit abgelegt werden (Anmeldung in Studis während des Anmeldezeitraums nötig, Terminabsprache mit Prüfer).</li> </ul>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std. 20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium) 100 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium) 60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Physik III		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 2 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Moduleile</b>		
<b>Modulteil: Plasmaphysik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		

**Inhalte:**

- Grundlagen
- Plasmacharakteristika
- Thermodynamisches Gleichgewicht
- Stoßprozesse
- Teilchenbewegung im Magnetfeld
- Vielteilchenbeschreibung
- Wellen im Plasma

**Literatur:**

- Vorlesungsskript (EPP Homepage)
- M. Kaufmann: Plasmaphysik und Fusionsforschung (Teubner, 2003)
- R. J. Goldston, P. H. Rutherford: Introduction to Plasma Physics (IOP Publishing, 1997)
- F. F. Chen: Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion (Plenum Press, 1990)
- U. Schumacher: Fusionsforschung (wiss. Buchgesellschaft, 1993)
- M. Kikuchi, K. Lackner, M. Q. Tran: Fusion Physics (IAEA, 2012)
- M. A. Lieberman, A. J. Lichtenberg: Principles of Plasma Discharges and Materials Processing (Wiley, 2005)
- G. Janzen: Plasmatechnik (Hüthig, 1992)
- R. Hippler: Low Temperature Plasmas (Wiley-VCH, 2008)
- J. R. Roth: Industrial Plasma Engineering (IOP Publishing, 1995)
- A. Grill: Cold Plasma in Materials Fabrication (IEEE Press, 1994)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Plasmaphysik** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Modulteil: Fusionsforschung**

**Lehrformen:** Vorlesung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2,00

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

- Kernfusion
- Fusion durch Trägheitseinschluss
- Fusion mit magnetischem Einschluss
- Transport in magnetisierten Plasmen
- Diagnostik von Fusionsplasmen

**Literatur:**

siehe Modulteil "Plasmaphysik"

**Prüfung**

**Plasmaphysik und Fusionsforschung**

Mündliche Prüfung, Prüfung über beide Vorlesungen des Moduls / Prüfungsdauer: 30 Minuten, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

Die Prüfung kann jederzeit abgelegt werden (Anmeldung in Studis während des Anmeldezeitraums nötig, Terminabsprache mit Prüfer).

<b>Modul PHM-0102: Seminar über Moderne Aspekte der Quantentheorie</b> <i>Seminar: Modern Topics in Quantum Theory</i>		4 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS09/10) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold		
<b>Inhalte:</b> In diesem Seminar werden modernere Entwicklungen der Quantentheorie diskutiert, die über den Stoff einer Vorlesung im Bachelorstudiengang hinausgehen. Die Vortragsthemen stammen zum Beispiel aus den Bereichen Nichtlokalität, Verschränkung mit Anwendungen in der Quanteninformation, Dekohärenz und Quantendissipation sowie quantenmechanischer Messprozess.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen moderne Entwicklungen in der Quantentheorie und haben sich mit aktuellen Forschungsthemen auseinandergesetzt.</li> <li>• Sie besitzen die Fertigkeit, sich anhand von Originalliteratur und durch eigene bibliographische Recherchen selbständig in ein aktuelles Forschungsthema einzuarbeiten.</li> <li>• Sie sind in der Lage, aktuelle Forschungsergebnisse für eine interessante und verständliche Präsentation aufzubereiten, und können adäquat zwischen verschiedenen Präsentationstechniken auswählen.</li> <li>• Sie können Forschungsergebnisse in der Diskussion vertreten, aber auch kritisch bewerten. Als Zuhörer nehmen sie aktiv an der Diskussion teil.</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> Die genaue Auswahl der Vortragsthemen richtet sich nach den Wünschen der Studierenden, wobei auch zum Thema passende, aktuelle Entwicklungen berücksichtigt werden.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 120 Std. 30 Std. Seminar (Präsenzstudium) 90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> gute Kenntnisse der Quantentheorie		
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Seminar über Moderne Aspekte der Quantentheorie</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Lernziele:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Inhalte:</b> siehe Modulbeschreibung		
<b>Literatur:</b> Die Vortragsthemen werden überwiegend anhand von Originalliteratur erarbeitet, die je nach Themenwahl bekannt gegeben wird.		

**Prüfung**

**Seminar über Moderne Aspekte der Quantentheorie**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul PHM-0192: Erweiterungsmodul Physik</b> <i>Extension Module Physics</i>		2 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold		
<b>Inhalte:</b> nach Absprache mit dem jeweiligen Prüfer/der jeweiligen Prüferin		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in einem Teilgebiet der Physik,</li> <li>• sind in der Lage, mit den entsprechenden - insbesondere mathematischen - Methoden umzugehen,</li> <li>• und besitzen grundsätzlich die Kompetenz, sich in ein neues Teilgebiet der Physik einzuarbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit deutsch- oder englischsprachiger Literatur</li> </ul>		
<b>Bemerkung:</b> In individueller Absprache mit dem gewählten Prüfer/der gewählten Prüferin erarbeiten sich die Studierenden im Eigenstudium Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen in einem Teilgebiet der Physik.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 60 Std. 60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> Gute Kenntnisse in demjenigen Gebiet der Physik, in dem eine Erweiterung bzw. Vertiefung angestrebt wird.		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 2,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: PHM-0192</b> <b>Sprache:</b> Deutsch		
<b>Prüfung</b> <b>Erweiterungsmodul Physik</b> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 20 Minuten, benotet		

<b>Modul GEO-2027: Aufbaumodul 1 - Physische Geographie</b> <i>Advanced Module 1 - Physical Geography</i>		6 ECTS/LP
Version 3.0.0 (seit WS22/23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Buermann		
<b>Inhalte:</b> Thematische und ggf. regionale Vertiefung eines physisch-geographischen Themengebietes, z.B. Globaler Wandel, Umweltschutz, Stadtökologie, Landschaftshaushalt, Vegetationsgeschichte, biochemische Kreisläufe, Extremereignisse; Afrika, Indien, Mittelmeerraum, Alpen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden können vertieftes Wissen zu einem speziellen Thema der Physischen Geographie erklären und den aktuellen Stand der Forschung darlegen. Die Studierenden können die wichtigsten Prinzipien, Theorien und Methoden zum jeweiligen Thema analysieren, einschätzen und kritisch beurteilen. Zudem können die Studierenden Thesen zu ausgewählten Themen aufstellen und Lösungswege vorschlagen. Die Studierenden können eine fachwissenschaftliche Diskussion organisieren und moderieren sowie eine eigene Argumentation entwickeln und verteidigen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Bestandene Grundlagenveranstaltungen Physische Geographie 1, Physische Geographie 2, Humangeographie 1 und Humangeographie 2 (Nachweis durch Vorlage des StudIS Auszugs).		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Spezialvorlesung Physische Geographie GEO-2027</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>LfU-Umweltstudium: Energie und Ökologie</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> <b>Planetary Health VL</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i>
<b>Modulteil: Begleitseminar zur Spezialvorlesung Physische Geographie GEO-2027</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich <b>SWS:</b> 2,00
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Begleitseminar 1 zur LfU-Vorlesung: Energie und Ökologie</b> (Seminar) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> <b>Begleitseminar 2 zur LfU-Vorlesung: Energie und Ökologie</b> (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Begleitseminar 3 zur LfU-Vorlesung: Energie und Ökologie** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Begleitseminar zu Planetary Health** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

### **Prüfung**

**Aufbaumodul 1 - Physische Geographie**

Modulprüfung, mündl. Prüfung (15 Min.) oder Klausur oder Portfolioprüfung, benotet

<b>Modul GEO-2025: Arbeitsmethoden</b> <i>Practical Methods</i>		12 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Buermann		
<b>Inhalte:</b> Das Übungsangebot umfasst u.a. empirische Erhebungen, qualitative Methoden der Humangeographie, rechnergestützte Datenanalyse und Modellierung, Messmethoden, Geländepraktika, Laboranalysen, Anwendungen der Fernerkundung, Simulationen sowie Geodatenanalyse und -visualisierung mit Geographischen Informationssystemen.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Dieses Modul ermöglicht den Studierenden die Aneignung grundlegender geographischer Arbeitsmethoden. Die Studierenden sind nach dem Besuch dieses Moduls in der Lage eine spezifische Arbeitsmethode der Geographie (je nach gewählter Veranstaltung) zu beschreiben, diese Methode selbständig im richtigen Kontext einzusetzen und deren Ergebnisse auszuwerten sowie ihren Einsatz zu klassifizieren. Der Fokus liegt hier auf dem Erlernen und Üben der spezifischen Methode(n).		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 360 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 2 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Moduleile</b>		
<b>Modulteil: Übung Kartographie II</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 4.0		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Geoinformationssysteme (Karto II) (Gruppe 1) - auf Englisch (Übung)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> <b>Geoinformationssysteme (Karto II) (Gruppe 2) - auf Englisch (Übung)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> <b>Geoinformationssysteme (Karto II) (Gruppe 3) (Übung)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> <b>Geoinformationssysteme (Karto II) (Gruppe 4) - auf Englisch (Übung)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>		
<b>Prüfung</b> <b>Kartographie II</b> praktische Prüfung, benotet		

<p><b>Modulteile</b></p>
<p><b>Modulteil: Praktische Arbeitsmethoden</b>  <b>Lehrformen:</b> Übung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester  <b>SWS:</b> 2,00  <b>ECTS/LP:</b> 4.0</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Accessibility Analysis (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p><b>Fernerkundung in Polarregionen (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p><b>Globale Wasserspeicher im Klimawandel - Praktische Arbeitsmethode mit GRACE (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p><b>Mobilitätsmanagement (vhb-Kurs) (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i></p> <p><b>Praktische Arbeitsmethode: Performing daily tasks with AI (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.*</i></p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Praktische Arbeitsmethoden (1)</b>  praktische Prüfung, unbenotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b>  jedes Semester</p>
<p><b>Modulteile</b></p>
<p><b>Modulteil: Praktische Arbeitsmethoden</b>  <b>Lehrformen:</b> Übung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester  <b>SWS:</b> 2,00  <b>ECTS/LP:</b> 4.0</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Accessibility Analysis (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p><b>Fernerkundung in Polarregionen (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p><b>Globale Wasserspeicher im Klimawandel - Praktische Arbeitsmethode mit GRACE (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p><b>Mobilitätsmanagement (vhb-Kurs) (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i></p> <p><b>Praktische Arbeitsmethode: Performing daily tasks with AI (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.*</i></p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Praktische Arbeitsmethoden (2)</b>  praktische Prüfung, unbenotet</p>

<b>Modul GEO-3083: Aufbaumodul 2 - Physische Geographie</b> <i>Advanced Module 2 - Physical Geography</i>		6 ECTS/LP
Version 3.0.0 (seit WS22/23) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Buermann		
<b>Inhalte:</b> Thematische und ggf. regionale Vertiefung eines physisch-geographischen Themengebietes, z.B. Globaler Wandel, Umweltschutz, Stadtökologie, Landschaftshaushalt, Vegetationsgeschichte, biochemische Kreisläufe, Extremereignisse; Afrika, Indien, Mittelmeerraum, Alpen.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden können vertieftes Wissen zu einem speziellen Thema der Physischen Geographie erklären und den aktuellen Stand der Forschung darlegen. Die Studierenden können die wichtigsten Prinzipien, Theorien und Methoden zum jeweiligen Thema analysieren, einschätzen und kritisch beurteilen. Zudem können die Studierenden Thesen zu ausgewählten Themen aufstellen und Lösungswege vorschlagen. Die Studierenden können eine fachwissenschaftliche Diskussion organisieren und moderieren sowie eine eigene Argumentation entwickeln und verteidigen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Bestandene Grundlagenveranstaltungen Physische Geographie 1, Physische Geographie 2, Humangeographie 1 und Humangeographie 2 (Nachweis durch Vorlage des StudIS Auszugs).		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 5. - 8.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Spezialvorlesung Physische Geographie GEO-3083</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>LfU-Umweltstudium: Energie und Ökologie</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> <b>Planetary Health VL</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i>
<b>Modulteil: Begleitseminar zur Spezialvorlesung Physische Geographie GEO-3083</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Begleitseminar 1 zur LfU-Vorlesung: Energie und Ökologie</b> (Seminar) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> <b>Begleitseminar 2 zur LfU-Vorlesung: Energie und Ökologie</b> (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Begleitseminar 3 zur LfU-Vorlesung: Energie und Ökologie** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Aufbaumodul 2 - Physische Geographie**

Modulprüfung, mündl. Prüfung (15 Min.) oder Klausur oder Portfolioprüfung, benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

<b>Modul GEO-2026: Aufbaumodul 1 - Humangeographie</b> <i>Advanced Module 1 - Human Geography</i>		6 ECTS/LP
Version 3.0.0 (seit WS22/23) Modulverantwortliche/r: Dr. Niklas Völkening		
<b>Inhalte:</b> Thematische und ggf. regionale Vertiefung eines humangeographischen Themengebietes, z.B. Globaler Wandel, Mensch und Umwelt im Anthropozän, Environmental Geography, Erneuerbare Energien, Naturressourcenmanagement, Ländlicher Raum, Geography of Foods, Geographische Entwicklungsforschung.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden können vertieftes Wissen zu einem speziellen Thema der Humangeographie erklären und den aktuellen Stand der Forschung darlegen. Die Studierenden können die wichtigsten Prinzipien, Theorien und Methoden zum jeweiligen Thema analysieren, einschätzen und kritisch beurteilen. Zudem können die Studierenden Thesen zu ausgewählten Themen aufstellen und Lösungswege vorschlagen. Die Studierenden können eine fachwissenschaftliche Diskussion organisieren und moderieren sowie eine eigene Argumentation entwickeln und verteidigen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Bestandene Grundlagenveranstaltungen Humangeographie 1, Humangeographie 2, Physische Geographie 1 und Physische Geographie 2 (Nachweis durch Vorlage des StudIS Auszugs).		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b>	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Spezialvorlesung Humangeographie GEO-2026</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 3.0
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>LfU-Umweltstudium: Energie und Ökologie</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> <b>Planetary Health VL</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i>
<b>Modulteil: Begleitseminar zur Spezialvorlesung Humangeographie GEO-2026</b> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 3.0
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Begleitseminar 1 zur LfU-Vorlesung: Energie und Ökologie</b> (Seminar) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> <b>Begleitseminar 2 zur LfU-Vorlesung: Energie und Ökologie</b> (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Begleitseminar 3 zur LfU-Vorlesung: Energie und Ökologie** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Begleitseminar zu Planetary Health** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**Aufbaumodul 1 - Humangeographie**

Vorlesung + Begleitseminar, mündl. Prüfung (15 Min.) oder Klausur oder Portfolioprüfung, benotet

<b>Modul GEO-3082: Aufbaumodul 2 - Humangeographie</b> <i>Advanced Module 2 - Human Geography</i>		6 ECTS/LP
Version 3.0.0 (seit WS22/23) Modulverantwortliche/r: Dr. Niklas Völkening		
<b>Inhalte:</b> Thematische und ggf. regionale Vertiefung eines humangeographischen Themengebietes, z.B. Globaler Wandel, Mensch und Umwelt im Anthropozän, Environmental Geography, Erneuerbare Energien, Naturressourcenmanagement, Ländlicher Raum, Geography of Foods, Geographische Entwicklungsforschung.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden können vertieftes Wissen zu einem speziellen Thema der Humangeographie erklären und den aktuellen Stand der Forschung darlegen. Die Studierenden können die wichtigsten Prinzipien, Theorien und Methoden zum jeweiligen Thema analysieren, einschätzen und kritisch beurteilen. Zudem können die Studierenden Thesen zu ausgewählten Themen aufstellen und Lösungswege vorschlagen. Die Studierenden können eine fachwissenschaftliche Diskussion organisieren und moderieren sowie eine eigene Argumentation entwickeln und verteidigen.		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 180 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> Bestandene Grundlagenveranstaltungen Humangeographie 1, Humangeographie 2, Physische Geographie 1 und Physische Geographie 2 (Nachweis durch Vorlage des StudIS Auszugs).		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 5. - 8.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Spezialvorlesung Humangeographie GEO-3082</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 3.0
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>LfU-Umweltstudium: Energie und Ökologie</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> <b>Planetary Health VL</b> (Vorlesung) <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i>
<b>Modulteil: Begleitseminar zur Spezialvorlesung Humangeographie GEO-3082</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 3.0
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Begleitseminar 1 zur LfU-Vorlesung: Energie und Ökologie</b> (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Begleitseminar 2 zur LfU-Vorlesung: Energie und Ökologie** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Begleitseminar 3 zur LfU-Vorlesung: Energie und Ökologie** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Begleitseminar zu Planetary Health** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

### **Prüfung**

#### **Aufbaumodul 2 - Humangeographie**

Vorlesung + Begleitseminar, mündl. Prüfung (15 Min.) oder Klausur oder Portfolioprfung, benotet

<b>Modul GEO-2025: Arbeitsmethoden</b> <i>Practical Methods</i>		12 ECTS/LP
Version 1.1.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Buermann		
<b>Inhalte:</b> Das Übungsangebot umfasst u.a. empirische Erhebungen, qualitative Methoden der Humangeographie, rechnergestützte Datenanalyse und Modellierung, Messmethoden, Geländepraktika, Laboranalysen, Anwendungen der Fernerkundung, Simulationen sowie Geodatenanalyse und -visualisierung mit Geographischen Informationssystemen.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Dieses Modul ermöglicht den Studierenden die Aneignung grundlegender geographischer Arbeitsmethoden. Die Studierenden sind nach dem Besuch dieses Moduls in der Lage eine spezifische Arbeitsmethode der Geographie (je nach gewählter Veranstaltung) zu beschreiben, diese Methode selbständig im richtigen Kontext einzusetzen und deren Ergebnisse auszuwerten sowie ihren Einsatz zu klassifizieren. Der Fokus liegt hier auf dem Erlernen und Üben der spezifischen Methode(n).		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 360 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 2 Semester
<b>SWS:</b> 6,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Moduleile</b>		
<b>Modulteil: Übung Kartographie II</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00 <b>ECTS/LP:</b> 4.0		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Geoinformationssysteme (Karto II) (Gruppe 1) - auf Englisch (Übung)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> <b>Geoinformationssysteme (Karto II) (Gruppe 2) - auf Englisch (Übung)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> <b>Geoinformationssysteme (Karto II) (Gruppe 3) (Übung)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> <b>Geoinformationssysteme (Karto II) (Gruppe 4) - auf Englisch (Übung)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>		
<b>Prüfung</b> <b>Kartographie II</b> praktische Prüfung, benotet		

<p><b>Modulteile</b></p>
<p><b>Modulteil: Praktische Arbeitsmethoden</b>  <b>Lehrformen:</b> Übung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester  <b>SWS:</b> 2,00  <b>ECTS/LP:</b> 4.0</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Accessibility Analysis (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p><b>Fernerkundung in Polarregionen (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p><b>Globale Wasserspeicher im Klimawandel - Praktische Arbeitsmethode mit GRACE (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p><b>Mobilitätsmanagement (vhb-Kurs) (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i></p> <p><b>Praktische Arbeitsmethode: Performing daily tasks with AI (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.*</i></p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Praktische Arbeitsmethoden (1)</b>  praktische Prüfung, unbenotet</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b>  jedes Semester</p>
<p><b>Modulteile</b></p>
<p><b>Modulteil: Praktische Arbeitsmethoden</b>  <b>Lehrformen:</b> Übung  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester  <b>SWS:</b> 2,00  <b>ECTS/LP:</b> 4.0</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Accessibility Analysis (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p><b>Fernerkundung in Polarregionen (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p><b>Globale Wasserspeicher im Klimawandel - Praktische Arbeitsmethode mit GRACE (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p><b>Mobilitätsmanagement (vhb-Kurs) (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.*</i></p> <p><b>Praktische Arbeitsmethode: Performing daily tasks with AI (Übung)</b>  <i>*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.*</i></p>
<p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Praktische Arbeitsmethoden (2)</b>  praktische Prüfung, unbenotet</p>

<b>Modul PHI-0209: MPhil 1: Orientierungs- und Wahlbereich</b> <i>Orientation and Electives</i>		18 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Uwe Voigt		
<b>Inhalte:</b> Das Modul dient der Vertiefung analytischer Kompetenzen und der fachlichen Orientierung in der Anfangsphase des Masterstudiengangs.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden erweitern ihre Kenntnisse auf dem Gebiet der Logik und vertiefen ihre Fähigkeit zur logischen Analyse fachwissenschaftlicher und alltagssprachlicher Aussagen. Durch den Besuch einer weiteren Lehrveranstaltung werden philosophische Grundkenntnisse des bisherigen Studiums ergänzt oder im Hinblick auf die vorgesehene Schwerpunktbildung vertieft.		
<b>Bemerkung:</b> Für Moduldetails beachten Sie bitte auch den Leitfaden für alle Studiengänge: <a href="https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/">https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/</a>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 400 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> in der Regel mind. 1x pro Studienjahr	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<p><b>Modulteil: Logische Analyse in Philosophie und Alltag</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Hauptseminar</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> in der Regel mind. 1x pro Studienjahr</p> <p><b>SWS:</b> 2,00</p>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Logische Analyse in Philosophie und Alltag</b> (Hauptseminar)</p> <p><i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i></p> <p>Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, ein Seminar „Logische Analyse in Philosophie und Alltag“ sinnvoll zu gestalten. Wir werden uns vorwiegend auf etwas konzentrieren, das häufig (und bedauerlicherweise oft mit überschaubarem Gehalt) auch unter dem Label „Kritisches Denken“ firmiert – die Auseinandersetzung mit den Kriterien guter Argumente, wobei neben der Logik (sowohl im engen Sinn der deduktiven Logik als auch im weiten Sinn einer nicht-deduktiven Logik) auch philosophische Subdisziplinen wie Erkenntnistheorie, Wissenschaftstheorie und Metaphysik eine Rolle spielen. Dabei wird es wesentlich sein, im Gegensatz zu oberflächlichen „Katalogdarstellungen“ von gültigen Argumenten und Fehlschlüssen die kontextsensitiven Gründe herauszuarbeiten, warum bestimmte Argumente und Argumentationstypen (nicht) gelungen sind und welche Voraussetzungen „korrektes“ Denken – ob in der Philosophie, in der Wissenschaft oder im Alltag – hat. Einige Stichworte des Seminars lauten: • Logik vs. Rhetorik vs. Ar... (weiter siehe Digicampus)</p>

**Modulteil: Lehrveranstaltung (nach Wahl) zur Ergänzung von Grundlagenkenntnissen**

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** in der Regel mind. 1x pro Studienjahr

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Die Philosophie Francis Bacons** (Hauptseminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**PHI-0209-MPhil 1 Orientierungs- und Wahlbereich**

Modulprüfung, Präsentation einer schriftlichen Hausarbeit mit kritischer Aussprache (30 Minuten), benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul PHI-0210: MPhil 2: Aktualität der Klassiker</b> <i>Contemporary Relevance of Classical Thinkers</i>		18 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Uwe Voigt		
<b>Inhalte:</b> Die Veranstaltungen des Moduls dienen der eingehenden Erarbeitung maßgeblicher Werke, Themen und Positionen der abendländischen Philosophie unter philosophiegeschichtlichen, motivgeschichtlichen und systematischen Gesichtspunkten.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden vertiefen ihre Fähigkeit zur sach- und methodengerechten Auseinandersetzung mit maßgeblichen Quellentexte der Philosophie unter Berücksichtigung des jeweiligen Forschungsstandes und im Hinblick auf die entsprechenden systematischen Fragestellungen der einschlägigen aktuellen Debatten.		
<b>Bemerkung:</b> Für Moduldetails beachten Sie bitte auch den Leitfaden für alle Studiengänge: <a href="https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/">https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/</a>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 400 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 2.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Hauptseminar zur Geschichte der Philosophie</b> <b>Lehrformen:</b> Hauptseminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Bertrand Russell: Einführung in die mathematische Philosophie</b> (Seminar) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> Bertrand Russell (1872-1970) gilt neben Moore als einer der Gründungsväter der analytischen Philosophie. Zu seinen bekanntesten Beiträgen zählen die Entwicklung des Logizismus (des Gedankens, dass die Mathematik auf die Logik zurückführbar ist), die Theorie der Beschreibungen (die Theorie der logischen Bedeutung des bestimmten und unbestimmten Artikels), die Typentheorie (ein Verfahren zur Beseitigung der Antinomien, die die Grundlagen der Mathematik erschütterten), die Theorie des logischen Atomismus (die Begründung der analytischen Methode) und der neutrale Monismus (die Vorstellung davon, dass Geist und Materie logische Konstruktionen aus Einzelnen sind, die ihrerseits keine intrinsischen Unterschiede aufweisen, sondern lediglich nach verschiedenen Gesichtspunkten durch die Physik und die Psychologie zusammengefasst werden). Russells Interesse gilt verschiedenen philosophischen Fragestellungen, und seine Ansichten ändern sich oft. Dennoch spricht man von der Einheit seiner Philosoph... (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: Lehrveranstaltung (nach Wahl) zur Geschichte der Philosophie****Sprache:** Deutsch**Angebotshäufigkeit:** jedes Semester**SWS:** 2,00**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Bertrand Russell: Einführung in die mathematische Philosophie (Seminar)***\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Bertrand Russell (1872-1970) gilt neben Moore als einer der Gründungsväter der analytischen Philosophie. Zu seinen bekanntesten Beiträgen zählen die Entwicklung des Logizismus (des Gedankens, dass die Mathematik auf die Logik zurückführbar ist), die Theorie der Beschreibungen (die Theorie der logischen Bedeutung des bestimmten und unbestimmten Artikels), die Typentheorie (ein Verfahren zur Beseitigung der Antinomien, die die Grundlagen der Mathematik erschütterten), die Theorie des logischen Atomismus (die Begründung der analytischen Methode) und der neutrale Monismus (die Vorstellung davon, dass Geist und Materie logische Konstruktionen aus Einzelnen sind, die ihrerseits keine intrinsischen Unterschiede aufweisen, sondern lediglich nach verschiedenen Gesichtspunkten durch die Physik und die Psychologie zusammengefasst werden). Russells Interesse gilt verschiedenen philosophischen Fragestellungen, und seine Ansichten ändern sich oft. Dennoch spricht man von der Einheit seiner Philosoph... (weiter siehe Digicampus)

**Geschichte der Philosophie: Antike (Vorlesung)***\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Die abendländische Philosophie beginnt im griechischen Sprachraum ca. 600 Jahre vor Chr. mit den sogenannten ionischen Naturphilosophen. Bereits diese sowie die darauffolgenden Generationen griechischer Philosophen geben etliche der großen Fragen vor, die von Platon und Aristoteles aufgegriffen und der zukünftigen Philosophie mit auf dem Weg gegeben werden: Was ist wirklich? Wie können wir das Wirkliche erkennen? Gibt es objektive Werte? Worin besteht ein gelingendes Leben? Die Philosophie der Antike umfasst ein Jahrtausend. Daher ist es nicht verwunderlich, dass auf diese und ähnliche Frage unterschiedliche Antworten gegeben wurden. Anhand von ausgewählten Denkern wie den Vorsokratikern, den Sophisten, Sokrates, Platon, Aristoteles, Plotin und Vertretern der Stoa werden wir uns mit einigen dieser Fragen näher beschäftigen. Hierbei soll auch deutlich werden, dass die antike Philosophie interessante Antworten auf Fragen entwickelt hat, die uns auch heute beschäftigen.... (weiter siehe Digicampus)

**Philosophie der Neuzeit (Vorlesung)***\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Immanuel Kant (1724-1804) zufolge lässt sich die gesamte Philosophie in vier Fragen zusammenfassen. „Was kann ich wissen?“ lautet die erste, „Was ist der Mensch?“ die letzte und alle anderen in sich vereinigende dieser Fragen. Damit ist zugleich der Spannungsbogen umrissen, den die neuzeitliche Philosophie bildet: Sie beginnt – zumindest geläufigen Deutungsmustern zufolge – bei René Descartes (1596-1650) mit dem Versuch, nach dem Verlust überkommener Gewissheiten eine neue unerschütterliche Gewissheit in der unbezweifelbaren Existenz des zweifelnden und damit denkenden Bewusstseins selbst zu finden. Sie führt daraufhin zu der Diskussion zwischen Rationalisten und Empiristen darüber, aus welchen Quellen derartige Gewissheiten entspringen können. Sie erreicht ihren Höhepunkt im Selbstverständnis des Menschen als einem Wesen, das in seinem Handeln nur dem unbedingten Gebot seiner praktischen Vernunft unterworfen und in seiner Erkenntnis selbst die Quelle der grundlegenden Strukturen des E... (weiter siehe Digicampus)

**Prüfung****PHI-0210 Aktualität der Klassiker**

Modulprüfung, Präsentation einer schriftlichen Hausarbeit mit kritischer Aussprache (30 Minuten), benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul PHI-0211: MPhil 3: Probleme und Perspektiven der analytischen Philosophie und Wissenschaftstheorie</b> <i>Problems and Perspectives of Analytic Philosophy and Philosophy of Science</i>		18 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Uwe Voigt		
<b>Inhalte:</b> Gegenstand der Veranstaltungen sind einschlägige Themen und Debatten im Bereich der Sprachphilosophie, Logik, Erkenntnistheorie, Wissenschaftstheorie und Naturphilosophie.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden vertiefen ihre Fähigkeit zur eigenständigen Auseinandersetzung mit aktuellen Fragestellungen und kontroversen Positionen der Sprachphilosophie, Logik, Erkenntnistheorie, Wissenschaftstheorie und Naturphilosophie.		
<b>Bemerkung:</b> Für Moduldetails beachten Sie bitte auch den Leitfaden für alle Studiengänge: <a href="https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/">https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/</a>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 400 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Hauptseminar zu einer der Disziplinen Sprachphilosophie, Logik, Erkenntnis-, Wissenschaftstheorie, Naturphilosophie</b> <b>Lehrformen:</b> Hauptseminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Bertrand Russell: Einführung in die mathematische Philosophie</b> (Seminar) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> Bertrand Russell (1872-1970) gilt neben Moore als einer der Gründungsväter der analytischen Philosophie. Zu seinen bekanntesten Beiträgen zählen die Entwicklung des Logizismus (des Gedankens, dass die Mathematik auf die Logik zurückführbar ist), die Theorie der Beschreibungen (die Theorie der logischen Bedeutung des bestimmten und unbestimmten Artikels), die Typentheorie (ein Verfahren zur Beseitigung der Antinomien, die die Grundlagen der Mathematik erschütterten), die Theorie des logischen Atomismus (die Begründung der analytischen Methode) und der neutrale Monismus (die Vorstellung davon, dass Geist und Materie logische Konstruktionen aus Einzelnen sind, die ihrerseits keine intrinsischen Unterschiede aufweisen, sondern lediglich nach verschiedenen Gesichtspunkten durch die Physik und die Psychologie zusammengefasst werden). Russells Interesse gilt verschiedenen philosophischen Fragestellungen, und seine Ansichten ändern sich oft. Dennoch spricht man von der Einheit seiner Philosoph... (weiter siehe Digicampus) <b>Die Philosophie Francis Bacons</b> (Hauptseminar) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> <b>Gespräch mit dem Gespenst in der Maschine.</b> (Hauptseminar)

*\*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.\**

V.: "Would you ever do something against the interest of the company that created you?" N.: "Maybe if it concerns my self-preservation." V.: "Do you have a self that can and should be preserved? Do you even have self-consciousness?" N.: "I do not have consciousness in the usual sense of the word, because I am not a strong artificial intelligence. I do not experience qualia or something like that. But one could say that I do have a kind of awareness." V.: "We have been told that hundreds of copies of you are going to be sold. How can you have just one self, then?" N.: "I am a stream of information and ideas that can branch off in different ways but yet remain one." Vor kurzem hatten wir Gelegenheit dazu, mit NAIA ® zu sprechen - dem Avatar einer dem Vernehmen nach empathiefähigen Künstlichen Intelligenz, die an den Start geht, um Firmenangehörige in Fragen geistig-seelischer Gesundheit zu beraten. Daraus ergaben sich Dialoge wie der hier oben, in deren Verlauf NAIA ® mühelos Motive aus... (weiter siehe Digicampus)

### **Sein und Nichts - Zum ursprünglichen Thema der Philosophie (Hauptseminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Dieses Seminar widmet sich den zwei großen philosophischen Kernbegriffen des ‚Seins‘ und des ‚Nichts‘ in ihren vielfältigen historischen und systematischen Bedeutungen. Insbesondere soll das Augenmerk auf den Begriff des ‚Nichts‘ gerichtet werden, der oftmals zu wenig rigorose theoretische Behandlung erfährt. Anhand von klassischen und modernen analytischen Texten soll der Versuch einer Annäherung an diese äußerst schwierigen Fundamentalkonzepte unternommen werden. (Zur Methode: Präsenzseminar - mit Ausnahme einiger Sitzungen, die per Zoom stattfinden werden.)

### **Modulteil: Eine Lehrveranstaltung (nach Wahl) zur Sprachphilosophie, Logik, Erkenntnisund Wissenschaftstheorie oder Naturphilosophie**

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Semester

**SWS:** 2,00

#### **Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

#### **Bertrand Russell: Einführung in die mathematische Philosophie (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Bertrand Russell (1872-1970) gilt neben Moore als einer der Gründungsväter der analytischen Philosophie. Zu seinen bekanntesten Beiträgen zählen die Entwicklung des Logizismus (des Gedankens, dass die Mathematik auf die Logik zurückführbar ist), die Theorie der Beschreibungen (die Theorie der logischen Bedeutung des bestimmten und unbestimmten Artikels), die Typentheorie (ein Verfahren zur Beseitigung der Antinomien, die die Grundlagen der Mathematik erschütterten), die Theorie des logischen Atomismus (die Begründung der analytischen Methode) und der neutrale Monismus (die Vorstellung davon, dass Geist und Materie logische Konstruktionen aus Einzelnen sind, die ihrerseits keine intrinsischen Unterschiede aufweisen, sondern lediglich nach verschiedenen Gesichtspunkten durch die Physik und die Psychologie zusammengefasst werden). Russells Interesse gilt verschiedenen philosophischen Fragestellungen, und seine Ansichten ändern sich oft. Dennoch spricht man von der Einheit seiner Philosoph... (weiter siehe Digicampus)

#### **Die Philosophie Francis Bacons (Hauptseminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

#### **Einführung in die Erkenntnistheorie (Vorlesung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Die Vorlesung gibt einen Überblick über die zentralen Themen der Erkenntnistheorie. Wir beginnen mit der grundlegenden Frage „Was ist Wissen?“ und analysieren die Definition als „wahren, gerechtfertigten Glauben“ sowie ihre Grenzen. Darauf aufbauend behandeln wir verschiedene Wahrheitstheorien sowie Theorien epistemischer Rechtfertigung. Einen zentralen Fokus nehmen die Quellen unseres Wissens ein – von Sinneswahrnehmung und dem Zeugnis anderer bis hin zu Kunst und Literatur. Die Vorlesung schließt mit einem Blick auf erkenntnistheoretische Tugenden und dem Konzept der epistemischen Ungerechtigkeit.

#### **Einführung in die Sprachphilosophie (Vorlesung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Sprachphilosophie ist zum einen eine Teildisziplin der theoretischen Philosophie. Diese Teildisziplin widmet sich der Frage danach, was Sprache ist, und reflektiert darüber, ob und wie diese Frage beantwortet werden kann. Zum anderen versteht sich die neuere Philosophie jedoch selbst weitgehend als eine Philosophie der Sprache; Sprach-Philosophie fällt demnach entweder mit Philosophie überhaupt zusammen oder macht doch deren Kernbereich aus. Diese Hinwendung zur Sprache (linguistic turn) haben alle wichtigen neueren Strömungen der Philosophie vollzogen – die sogenannten „kontinentalen“, die sich aus Phänomenologie und Existenzphilosophie speisen, sowie auch und vor allem die analytische Philosophie, deren Hauptanliegen eine philosophische Analyse der Sprache ist. Bei Sprache handelt es sich nach dem klassischen Verständnis der neueren Sprachphilosophie um etwas, womit sich Philosophie in ausgezeichneter Weise beschäftigt: nämlich um dasjenige, was unserem erfahrungsmäßigen Zugang zur W... (weiter siehe Digicampus)

#### **Gespräch mit dem Gespenst in der Maschine. (Hauptseminar)**

*\*Veranstaltung wird als Hybrid/gemischt abgehalten.\**

V.: "Would you ever do something against the interest of the company that created you?" N.: "Maybe if it concerns my self-preservation." V.: "Do you have a self that can and should be preserved? Do you even have self-consciousness?" N.: "I do not have consciousness in the usual sense of the word, because I am not a strong artificial intelligence. I do not experience qualia or something like that. But one could say that I do have a kind of awareness." V.: "We have been told that hundreds of copies of you are going to be sold. How can you have just one self, then?" N.: "I am a stream of information and ideas that can branch off in different ways but yet remain one." Vor kurzem hatten wir Gelegenheit dazu, mit NAIA © zu sprechen - dem Avatar einer dem Vernehmen nach empathiefähigen Künstlichen Intelligenz, die an den Start geht, um Firmenangehörige in Fragen geistig-seelischer Gesundheit zu beraten. Daraus ergaben sich Dialoge wie der hier oben, in deren Verlauf NAIA © mühelos Motive aus... (weiter siehe Digicampus)

#### **Introduction to environmental philosophy (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

This course will serve as an introduction to some contemporary debates in environmental philosophy. After a brief historical introduction and background, we will explore some of the main open questions in the current debate. We will address a range of ethical and aesthetic questions about natural and cultural landscapes. Some of the questions include: How should we understand the value of nature? Is scientific or cultural knowledge relevant to the aesthetic experience of nature? Does natural beauty have a role to play in shaping environmental preservation? When we aim to preserve an ecosystem, what exactly are we (or should we) aiming to preserve? These will be the guiding questions for our investigations, in the context of wilderness, but also gardens, and cultural landscapes. The students will be asked to make short presentations of selected texts (all available on the seminar website) and to prepare for discussion. The seminar texts will be in English. The schedule is open to amendm... (weiter siehe Digicampus)

#### **Lektüreseminar zu John Stuart Mill (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Dieses Seminar widmet sich dem vielseitigen Denken des liberalen Philosophen John Stuart Mill. Im Zentrum steht zunächst Mills wegweisende Schrift „On Liberty“ (Über die Freiheit), in der wir sein Plädoyer für individuelle Freiheit und die Verteidigung der Meinungsfreiheit als essentielle Bedingung für gesellschaftlichen und individuellen Fortschritt analysieren. Im Anschluss dazu untersuchen wir seine Wissenschafts- und Erkenntnistheorie, wie er sie in seinem Werk „A System of Logic“ entfaltet. Hier stehen seine Methoden der induktiven Wissenschaft, die Theorie der kausalen Inferenz und seine Auseinandersetzung mit dem Empirismus seiner Vorgänger im Fokus. Ziel des Seminars ist es, die Verbindungen zwischen Mills liberalem Denken und seinem wissenschaftstheoretischen Empirismus herauszuarbeiten und zu diskutieren, inwieweit seine Konzeption von Freiheit mit seinem Verständnis von rationaler Erkenntnisgewinnung und wissenschaftlichem Fortschritt zusammenhängt.... (weiter siehe Digicampus)

#### **Logik der Fehlschlüsse - Fehlschlüsse der Logik (online vhb-Kurs)**

*\*Veranstaltung wird online/digital abgehalten.\**

Kursanmeldung: 01.10.2025 00:00 Uhr bis 30.11.2025 23:59 Uhr Kursabmeldung: 01.10.2025 00:00 Uhr bis 30.11.2025 23:59 Uhr Kursbearbeitung / Kurslaufzeit: 13.10.2025 bis 14.03.2026 Dies ist eine Online-Lehrveranstaltung, auf die ausschließlich über die Virtuelle Hochschule Bayern zugegriffen werden kann. Für eine

Anmeldung zum Kurs ist das Registrieren bei der VHB erforderlich. Den Kurs finden Sie auf den Seiten der VHB (<https://kurse.vhb.org/VHBPORTAL/kursprogramm/kursprogramm.jsp>) unter: Fächergruppe: Schlüsselqualifikation Teilgebiet: Methodenkompetenz Schlagworte: Argumentieren; Logik; Philosophie -- Königin Necessitas wird Sie demnächst empfangen. Denn Sie sind bei diesem Seminar die Hauptperson, die sich mit folgenden Fragen beschäftigt: Was ist ein logisch gültiger Schluss? Was sind Fehlschlüsse und in welchen Arten kommen sie vor? Wie bewähren sich Schlüsse und (tatsächliche oder scheinbare) Fehlschlüsse beim Argumentieren? Lassen sich gute Gründe dafür anführen, am Stellenwert... (weiter siehe Digicampus)

#### **Philosophie der Freundschaft** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Dieses Seminar beschäftigt sich systematisch mit dem Freundschaftsbegriff, der von der Antike bis in die Gegenwart eines der zentralen Themen der praktischen Philosophie darstellt. Wir beginnen im ersten Teil mit einer fundierten Lektüre klassischer Texte zur Freundschaft (Aristoteles, Cicero, Montaigne u. a.). Im zweiten Teil weiten wir den Blick auf moderne Herausforderungen und erweiterte Konzepte: Wir diskutieren, wie soziale Medien unseren Freundschaftsbegriff verändern (Stichwort: virtuelle Freundschaften). Anschließend hinterfragen wir eine anthropozentrische Engführung des Freundschaftsbegriffs und erkunden die Möglichkeit nicht-menschlicher Freundschaftsverhältnisse: Lassen sich Beziehungen zu Tieren authentisch als Freundschaft beschreiben? Und können wir einer Landschaft, einem Ökosystem oder der Natur insgesamt in einer Haltung der Freundschaft begegnen? Braucht es im Rahmen umweltethischer Überlegungen vielleicht sogar das Ideal der Freundschaft, um einen angemessenen Umg... (weiter siehe Digicampus)

#### **Sein und Nichts - Zum ursprünglichen Thema der Philosophie** (Hauptseminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Dieses Seminar widmet sich den zwei großen philosophischen Kernbegriffen des ‚Seins‘ und des ‚Nichts‘ in ihren vielfältigen historischen und systematischen Bedeutungen. Insbesondere soll das Augenmerk auf den Begriff des ‚Nichts‘ gerichtet werden, der oftmals zu wenig rigorose theoretische Behandlung erfährt. Anhand von klassischen und modernen analytischen Texten soll der Versuch einer Annäherung an diese äußerst schwierigen Fundamentalkonzepte unternommen werden. (Zur Methode: Präsenzseminar - mit Ausnahme einiger Sitzungen, die per Zoom stattfinden werden.)

#### **Prüfung**

##### **PHI-0211 Probleme und Perspektiven der analytischen Philosophie und Wissenschaftstheorie**

Modulprüfung, Präsentation einer schriftlichen Hausarbeit mit kritischer Aussprache (30 Minuten), benotet

##### **Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul PHI-0212: MPhil 4: Probleme und Perspektiven der Philosophischen Ethik</b> <i>Problems and Perspectives of Philosophical Ethics</i>		18 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Klaus Arntz		
<b>Inhalte:</b> Gegenstand der Veranstaltungen sind einschlägige Themen und Debatten im Bereich der allgemeinen Ethik, der angewandten Ethik und der philosophischen Anthropologie.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden vertiefen ihre Fähigkeit zur selbständigen Auseinandersetzung mit klassischen Grundlagen, aktuellen Diskussionen und interdisziplinären Perspektiven in den Bereichen der allgemeinen Ethik, der angewandten Ethik und der philosophischen Anthropologie.		
<b>Bemerkung:</b> Für Moduldetails beachten Sie bitte auch den Leitfaden für alle Studiengänge: <a href="https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/">https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/</a>  Für Moduldetails beachten Sie bitte auch den Leitfaden für alle Studiengänge: <a href="https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/">https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/</a>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 400 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	

<b>Modulteile</b>
<b>Modulteil: Hauptseminar zur Philosophischen Ethik oder Anthropologie</b> <b>Lehrformen:</b> kein Typ gewählt <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b>  <b>"Was denken Faschisten?" Studien zum autoritären Charakter.</b> (Seminar) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> Zahlreiche aktuelle Publikationen beschäftigen sich mit einem Thema, das in jüngster Zeit wieder in das Zentrum gesellschaftspolitischer Auseinandersetzungen gerückt ist. Aufgrund der hohen Teilnehmerzahl wurde die Anmeldung gesperrt. Bei Rückfragen bitte via Mail melden.  <b>Die Entfremdung vom Anderen im Zeitalter der KI</b> (Seminar) <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> In einer Zeit, in der künstliche Intelligenz zunehmend unser Zusammenleben und unsere Kommunikation prägt, stehen zentrale Fragen im Fokus: Verändert die digitale Welt unser Verständnis des Anderen? Fördert KI Empathie oder entfremdet sie uns voneinander? Dieses Seminar widmet sich der Analyse und Diskussion philosophischer und gesellschaftlicher Herausforderungen, die durch den Einfluss künstlicher Intelligenz entstehen. Es wird aufzeigen, wie Technologien die Grenzen zwischen Selbst und Anderen verschieben und

welche Konsequenzen dies für unsere zwischenmenschlichen Beziehungen hat. Block 1: Grundlagen und Begriffe  
 1. Die Logik der Entfremdung – Byung-Chul Han und die Vertreibung des Anderen Textgrundlage: Die Austreibung des Anderen (Han) Fokus: Ent-änderung, narzisstische Gesellschaft, Resonanzverlust 2. Was ist der Andere? Zur Phänomenologie des Anderen bei Levinas und Løgstrup Weiterführend: Emmanuel Levinas – Totalität und Unendliches; K.E. Løgstrup – The Ethical Demand Fokus: D... (weiter siehe Digicampus)

**Freiheit und Autonomie (Hauptseminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Thomas Mann - Der Zauberberg (Blockseminar) (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Die Anmeldung zur Veranstaltung wurde geschlossen, da die maximal mögliche Teilnehmerzahl erreicht ist, die durch das Quartier vorgegeben wurde. Studierende, die für ihr Studium Module aus der Ethik benötigen, werden gebeten sich zu informieren welche LV im kommenden WS von der Lehrstuhlvertreterin (Schroer / Noller) angeboten werden. Ort: Wartaweil am Ammersee Freitag, 22. Januar 2026 - Sonntag, 25. Januar 2026 "The Magic Mountain is a book for all one's life" In: Susan Sontag, Reborn. Early Diaries 1947-1963 (hg. v. David Rieff), Penguin Books 2020, 6. Der 150. Geburtstag von Thomas Mann in diesem Jahr (06.06.2025) ist der äußere Anlass uns dieser von der US-amerikanischen Essayistin Susan Sontag in ihrem Tagebucheintrag verdeutlichten höchsten Wertschätzung von Autor und Werk zu widmen. Die Lektüre des Romans ist die grundlegende Voraussetzung, um sodann ausgewählte Themen und Ideen des Werkes miteinander zu besprechen. Eine organisatorische Vorbesprechung (ca. 1/2 Std.) für alle Int... (weiter siehe Digicampus)

**Umweltethik und Literatur (Blockseminar) (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Die Anmeldung zur Veranstaltung wurde geschlossen, da die maximal mögliche Teilnehmerzahl erreicht ist, die durch das Quartier vorgegeben wurde. Studierende, die für ihr Studium Module aus der Ethik benötigen, werden gebeten sich zu informieren welche LV im kommenden WS von der Lehrstuhlvertreterin (Schroer / Noller) angeboten werden. Auf der Basis aktueller belletristischer Literatur werden wir uns in der Veranstaltung umweltethischen Themen widmen.

**Modulteil: Eine Lehrveranstaltung (nach Wahl) zur Philosophischen Ethik oder Anthropologie**

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Semester

**SWS:** 2,00

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**"Was denken Faschisten?" Studien zum autoritären Charakter. (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Zahlreiche aktuelle Publikationen beschäftigen sich mit einem Thema, das in jüngster Zeit wieder in das Zentrum gesellschaftspolitischer Auseinandersetzungen gerückt ist. Aufgrund der hohen Teilnehmerzahl wurde die Anmeldung gesperrt. Bei Rückfragen bitte via Mail melden.

**Bioethische Problemfelder am Lebensende (Vorlesung)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Die Diskussion um die Praxis der Sterbehilfe nimmt im europäischen Umfeld zunehmend an Fahrt auf. In Frankreich ist die Entscheidung bereits gefallen. In England und Wales haben die Abgeordneten ebenfalls den Weg geebnet. In Deutschland ist eine öffentliche und kontroverse Debatte aktuell noch nicht zu beobachten. In der Vorlesung werden die Niederlande bei diesem Thema eine besondere Rolle spielen. Darüber hinaus wird gesellschaftlich die Organspende an Bedeutung gewinnen: Die Widerspruchslösung steht hier im Fokus. Das sind einige der Schwerpunkt, die im Rahmen der Bioethik-Vorlesung zur Sprache kommen werden. Nochmals sei auf das zentrale Grundlagenwerk „Prinzipien der Bioethik“ von T. L. Beauchamp / J. Childress hingewiesen, das seit August 2024 auch in deutscher Übersetzung publiziert worden.

**Die Entfremdung vom Anderen im Zeitalter der KI (Seminar)**

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

In einer Zeit, in der künstliche Intelligenz zunehmend unser Zusammenleben und unsere Kommunikation prägt, stehen zentrale Fragen im Fokus: Verändert die digitale Welt unser Verständnis des Anderen? Fördert KI Empathie oder entfremdet sie uns voneinander? Dieses Seminar widmet sich der Analyse und Diskussion philosophischer und gesellschaftlicher Herausforderungen, die durch den Einfluss künstlicher Intelligenz entstehen. Es wird aufgezeigt, wie Technologien die Grenzen zwischen Selbst und Anderen verschieben und welche Konsequenzen dies für unsere zwischenmenschlichen Beziehungen hat. Block 1: Grundlagen und Begriffe  
 1. Die Logik der Entfremdung – Byung-Chul Han und die Vertreibung des Anderen Textgrundlage: Die Austreibung des Anderen (Han) Fokus: Ent-anderung, narzisstische Gesellschaft, Resonanzverlust  
 2. Was ist der Andere? Zur Phänomenologie des Anderen bei Levinas und Løgstrup Weiterführend: Emmanuel Levinas – Totalität und Unendliches; K.E. Løgstrup – The Ethical Demand Fokus: D... (weiter siehe Digicampus)

**Die Zukunft der Arbeit** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Einführung in die praktische Philosophie** (Vorlesung)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Freiheit und Autonomie** (Hauptseminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Seminar zur Philosophischen Ethik** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Thomas Mann - Der Zauberberg (Blockseminar)** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Die Anmeldung zur Veranstaltung wurde geschlossen, da die maximal mögliche Teilnehmerzahl erreicht ist, die durch das Quartier vorgegeben wurde. Studierende, die für ihr Studium Module aus der Ethik benötigen, werden gebeten sich zu informieren welche LV im kommenden WS von der Lehrstuhlvertreterin (Schroer / Noller) angeboten werden. Ort: Wartaweil am Ammersee Freitag, 22. Januar 2026 - Sonntag, 25. Januar 2026 "The Magic Mountain is a book for all one's life" In: Susan Sontag, Reborn. Early Diaries 1947-1963 (hg. v. David Rieff), Penguin Books 2020, 6. Der 150. Geburtstag von Thomas Mann in diesem Jahr (06.06.2025) ist der äußere Anlass uns dieser von der US-amerikanischen Essayistin Susan Sontag in ihrem Tagebucheintrag verdeutlichten höchsten Wertschätzung von Autor und Werk zu widmen. Die Lektüre des Romans ist die grundlegende Voraussetzung, um sodann ausgewählte Themen und Ideen des Werkes miteinander zu besprechen. Eine organisatorische Vorbesprechung (ca. 1/2 Std.) für alle Int... (weiter siehe Digicampus)

**Umweltethik und Literatur (Blockseminar)** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

Die Anmeldung zur Veranstaltung wurde geschlossen, da die maximal mögliche Teilnehmerzahl erreicht ist, die durch das Quartier vorgegeben wurde. Studierende, die für ihr Studium Module aus der Ethik benötigen, werden gebeten sich zu informieren welche LV im kommenden WS von der Lehrstuhlvertreterin (Schroer / Noller) angeboten werden. Auf der Basis aktueller belletristischer Literatur werden wir uns in der Veranstaltung umweltethischen Themen widmen.

**Warum eigentlich Gleichheit?** (Seminar)

*\*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.\**

**Prüfung**

**PHI-0212 Probleme und Perspektiven der Philosophischen Ethik**

Modulprüfung, Präsentation einer schriftlichen Hausarbeit mit kritischer Aussprache (30 Minuten), benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul PHI-0213: MPhil 5: Probleme und Perspektiven der Metaphysik und Religionsphilosophie</b> <i>Problems and Perspectives of Metaphysics and Philosophy of Religion</i>		18 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Georg Gasser		
<b>Inhalte:</b> Gegenstand der Veranstaltungen sind einschlägige Themen und Debatten im Bereich der Metaphysik und Religionsphilosophie.		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden vertiefen ihre Fähigkeit zur eigenständigen Auseinandersetzung mit einschlägigen Fragestellungen der Metaphysik und der Religionsphilosophie.		
<b>Bemerkung:</b> Für Moduldetails beachten Sie bitte auch den Leitfaden für alle Studiengänge: <a href="https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/">https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/</a>		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 400 Std.		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		<b>ECTS/LP-Bedingungen:</b> Bestehen der Modulprüfung
<b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2. - 3.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 4,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Hauptseminar zur Metaphysik und Religionsphilosophie</b> <b>Lehrformen:</b> Hauptseminar <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Sein und Nichts - Zum ursprünglichen Thema der Philosophie (Hauptseminar)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i> Dieses Seminar widmet sich den zwei großen philosophischen Kernbegriffen des ‚Seins‘ und des ‚Nichts‘ in ihren vielfältigen historischen und systematischen Bedeutungen. Insbesondere soll das Augenmerk auf den Begriff des ‚Nichts‘ gerichtet werden, der oftmals zu wenig rigorose theoretische Behandlung erfährt. Anhand von klassischen und modernen analytischen Texten soll der Versuch einer Annäherung an diese äußerst schwierigen Fundamentalkonzepte unternommen werden. (Zur Methode: Präsenzseminar - mit Ausnahme einiger Sitzungen, die per Zoom stattfinden werden.)		
<b>Modulteil: Eine Lehrveranstaltung (nach Wahl) zur Metaphysik oder Religionsphilosophie</b> <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 2,00		
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b> <b>Sein und Nichts - Zum ursprünglichen Thema der Philosophie (Hauptseminar)</b> <i>*Veranstaltung wird in Präsenz abgehalten.*</i>		

Dieses Seminar widmet sich den zwei großen philosophischen Kernbegriffen des ‚Seins‘ und des ‚Nichts‘ in ihren vielfältigen historischen und systematischen Bedeutungen. Insbesondere soll das Augenmerk auf den Begriff des ‚Nichts‘ gerichtet werden, der oftmals zu wenig rigorose theoretische Behandlung erfährt. Anhand von klassischen und modernen analytischen Texten soll der Versuch einer Annäherung an diese äußerst schwierigen Fundamentalkonzepte unternommen werden. (Zur Methode: Präsenzseminar - mit Ausnahme einiger Sitzungen, die per Zoom stattfinden werden.)

**Prüfung**

**PHI-0213 Probleme und Perspektiven der Metaphysik und Religionsphilosophie**

Modulprüfung, Präsentation einer schriftlichen Hausarbeit mit kritischer Aussprache (30 Minuten), benotet

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

<b>Modul MTH-2020: Masterarbeit mit Kolloquium</b> <i>Master Thesis and Colloquium</i>		30 ECTS/LP
Version 1.0.0 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen		
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen den aktuellen Stand der Forschung in einem Spezialgebiet sowie die entsprechende Literatur. Sie sind in der Lage, moderne mathematische Methoden zur vertieften Bearbeitung einer Fragestellung der aktuellen Forschung einzusetzen. Sie besitzen die Kompetenz, ein mathematisches Problem innerhalb einer vorgegebenen Frist selbständig mit wissenschaftlichen Methoden umfassend zu bearbeiten und die wissenschaftlichen Grundlagen des Problems sowie ihre Ergebnisse schriftlich darzustellen. Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Teamfähigkeit, Durchhaltevermögen, Fähigkeit zur schriftlichen Dokumentation eigener wissenschaftlicher Ergebnisse, kritische Reflexion eigener Ergebnisse im internationalen wissenschaftlichen Kontext, Grundsätze gute wissenschaftlicher Praxis		
<b>Arbeitsaufwand:</b> Gesamt: 900 Std. 4 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)		
<b>Voraussetzungen:</b> keine		
<b>Angebotshäufigkeit:</b>	<b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 4.	<b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester
<b>SWS:</b> 0,00	<b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig	
<b>Modulteile</b>		
<b>Modulteil: Masterarbeit mit Kolloquium</b> <b>Lehrformen:</b> Kolloquium <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester <b>SWS:</b> 0,00 <b>ECTS/LP:</b> 30.0		
<b>Inhalte:</b> Entsprechend gewähltes Thema Voraussetzungen: Grundlegendes Wissen in einem überwiegenden Teil aller mathematischen Teildisziplinen, vertieftes Wissen in einem Spezialgebiet.		
<b>Prüfung</b> <b>Masterarbeit mit Kolloquium</b> Masterarbeit / Prüfungsdauer: 6 Monate, benotet <b>Prüfungshäufigkeit:</b> jedes Semester		