

Bereichsgegliedertes Modulhandbuch  
für das Studienfach

# Mathematische Physik

als 1-Fach-Master  
mit dem Abschluss "Master of Science"  
(Erwerb von 120 ECTS-Punkten)

Prüfungsordnungsversion: 2016  
verantwortlich: Fakultät für Mathematik und Informatik  
verantwortlich: Fakultät für Physik und Astronomie

## Qualifikationsziele / Kompetenzen

### Wissenschaftliche Befähigung

- Die Absolventinnen und Absolventen sind geschult in analytischem Denken, besitzen ein stark ausgeprägtes Abstraktionsvermögen, universell einsetzbare Problemlösungskompetenz und die Fähigkeit, komplexe Zusammenhänge zu strukturieren.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, sich selbständig mithilfe von, auch fremdsprachiger, Fachliteratur in aktuelle Forschungsgebiete der Mathematischen Physik einzuarbeiten.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, ihre Kenntnisse, Ideen und Problemlösungen zu komplexen Sachverhalten einem Fachpublikum gegenüber verständlich zu präsentieren.
- Die Absolventinnen und Absolventen besitzen vertiefte Kenntnisse der mathematischen Grundlagen der klassischen und Quantenphysik.
- Die Absolventinnen und Absolventen besitzen die für selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten, insbesondere für ein Promotionsstudium erforderlichen Fach- und Methodenkenntnisse, sowie Denk- und Arbeitsweisen.
- Die Absolventinnen und Absolventen kennen die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis und sind in der Lage, sie bei umfangreichen Arbeiten zu beachten.
- Die Absolventinnen und Absolventen besitzen weiterführende Kenntnisse aktueller Gebiete der Mathematischen Physik und können sicher mit fortgeschrittenen Methoden dieser Gebiete umgehen.
- Die Absolventinnen und Absolventen besitzen vertiefte Kenntnisse und Überblick über die aktuelle Forschung in mindestens einem Teilgebiet der Mathematischen Physik.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, mit internationalen Fachvertretern und -vertreterinnen auf dem aktuellen Stand der Forschung Fragestellungen der Mathematischen Physik zu diskutieren.
- Die Absolventinnen und Absolventen kennen angrenzende Gebiete der Mathematik und Physik, und erkennen interdisziplinäre Zusammenhänge.

### Befähigung zur Aufnahme einer Erwerbstätigkeit

- Die Absolventinnen und Absolventen sind geschult in analytischem Denken, besitzen ein stark ausgeprägtes Abstraktionsvermögen, universell einsetzbare Problemlösungskompetenz und die Fähigkeit, komplexe Zusammenhänge zu strukturieren.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, ihre Kenntnisse, Ideen und Problemlösungen zielgruppenorientiert verständlich zu formulieren und zu präsentieren.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, komplexe Probleme aus anderen Gebieten zu erkennen, strukturieren und modellieren, mit mathematischen und physikalischen Methoden Lösungswege zu entwickeln und diese Ergebnisse zu interpretieren und bewerten.
- Die Absolventinnen und Absolventen besitzen ein ausgeprägtes Durchhaltevermögen bei der Lösung komplexer Probleme.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, konstruktiv und zielorientiert in internationalen, interdisziplinär zusammengesetzten Teams zu arbeiten und hierbei Verantwortung zu tragen.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, sich neue Wissensgebiete und aktuelle Entwicklungen selbständig, effizient und systematisch zu erschließen.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, auch bei unvollständig vorliegenden Informationen mathematisch-physikalische Probleme wissenschaftlich und unter Beachtung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis selbstständig zu bearbeiten und die Ergebnisse und Folgen ihrer Arbeit darzustellen, zu bewerten und zu vertreten.

### **Persönlichkeitsentwicklung**

- Die Absolventinnen und Absolventen sind geschult in analytischem Denken, besitzen ein stark ausgeprägtes Abstraktionsvermögen, universell einsetzbare Problemlösungskompetenz und die Fähigkeit, komplexe Zusammenhänge zu strukturieren.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, in partizipativen Prozessen gestaltend mitzuwirken.
- Die Absolventinnen und Absolventen besitzen ein ausgeprägtes Durchhaltevermögen bei der Lösung komplexer Probleme.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, komplexe Ideen und Lösungsvorschläge allgemeinverständlich zu formulieren und professionell zu präsentieren.

## Verwendete Abkürzungen

Veranstaltungsarten: **E** = Exkursion, **K** = Kolloquium, **O** = Konversatorium, **P** = Praktikum, **R** = Projekt, **S** = Seminar, **T** = Tutorium, **Ü** = Übung, **V** = Vorlesung

Semester: **SS** = Sommersemester, **WS** = Wintersemester

Bewertungsarten: **NUM** = numerische Notenvergabe, **B/NB** = bestanden / nicht bestanden

Satzungen: **(L)ASPO** = Allgemeine Studien- und Prüfungsordnung (für Lehramtsstudiengänge), **FSB** = Fachspezifische Bestimmungen, **SFB** = Studienfachbeschreibung

Sonstiges: **A** = Abschlussarbeit, **LV** = Lehrveranstaltung(en), **PL** = Prüfungsleistung(en), **TN** = Teilnehmende, **VL** = Vorleistung(en)

## Konventionen

Sofern nichts anderes angegeben ist, ist die Lehrveranstaltungs- und Prüfungssprache Deutsch, der Prüfungsturnus ist semesterweise, es besteht keine Bonusfähigkeit der Prüfungsleistung.

## Anmerkungen

Gibt es eine Auswahl an Prüfungsarten, so legt die Dozentin oder der Dozent in Absprache mit der/dem Modulverantwortlichen spätestens zwei Wochen nach LV-Beginn fest, welche Form für die Erfolgsüberprüfung im aktuellen Semester zutreffend ist und gibt dies ortsüblich bekannt.

Bei mehreren benoteten Prüfungsleistung innerhalb eines Moduls werden diese jeweils gleichgewichtet, sofern nachfolgend nichts anderes angegeben ist.

Besteht die Erfolgsüberprüfung aus mehreren Einzelleistungen, so ist die Prüfung nur bestanden, wenn jede der Einzelleistungen erfolgreich bestanden ist.

## Satzungsbezug

Muttersatzung des hier beschriebenen Studienfachs:

**ASPO2015**

zugehörige amtliche Veröffentlichungen (FSB/SFB):

**04.04.2016 (2016-52)**

**12.06.2024 (2024-77)**

**14.11.2024 (2024-98)**

Dieses Modulhandbuch versucht die prüfungsordnungsrelevanten Daten des Studienfachs möglichst genau wiederzugeben. Rechtlich verbindlich ist aber nur die offizielle amtliche Veröffentlichung der FSB/SFB. Insbesondere gelten im Zweifelsfall die dort angegebenen Beschreibungen der Modulprüfungen.



## Bereichsgliederung des Studienfachs

Kurzbezeichnung	Modulbezeichnung	ECTS-Punkte	Bewertung	Seite
<b>Pflichtbereich (Erwerb von 20 ECTS-Punkten)</b>				
10-M=MP1-161-m01	Analysis und Geometrie von klassischen Systemen	10	NUM	45
10-M=MP2-161-m01	Algebra und Dynamik von Quantensystemen	10	NUM	46
<b>Wahlpflichtbereich (Erwerb von 50 ECTS-Punkten)</b>				
<b>Unterbereich Mathematik (Erwerb von min. 8 ECTS-Punkten)</b>				
10-M=AAAN-161-m01	Angewandte Analysis	10	NUM	9
10-M=AALG-161-m01	Aspekte der Algebra	10	NUM	10
10-M=ADGM-161-m01	Differentialgeometrie	10	NUM	11
10-M=AFTH-161-m01	Funktionentheorie	10	NUM	13
10-M=AGMS-161-m01	Geometrische Strukturen	10	NUM	14
10-M=AIST-161-m01	Industrielle Statistik 1	10	NUM	16
10-M=ALTH-161-m01	Lie-Theorie	10	NUM	17
10-M=ANGG-161-m01	Numerik großer Gleichungssysteme	10	NUM	18
10-M=AOPT-161-m01	Grundlagen der Optimierung	10	NUM	19
10-M=ARTH-161-m01	Regelungstheorie	10	NUM	20
10-M=ASMR-161-m01	Stochastische Modelle des Risikomanagements	10	NUM	21
10-M=ASTP-161-m01	Stochastische Prozesse	10	NUM	22
10-M=ATOP-161-m01	Topologie	10	NUM	23
10-M=AZRA-161-m01	Zeitreihenanalyse 1	10	NUM	24
10-M=AZTH-161-m01	Zahlentheorie	10	NUM	25
10-M=AGPCin-152-m01	Giovanni Prodi Lecture (Master)	5	NUM	15
10-M=VANA-161-m01	Ausgewählte Themen der Analysis	10	NUM	60
10-M=VATP-161-m01	Algebraische Topologie	10	NUM	61
10-M=VGDS-161-m01	Gruppen und ihre Darstellungen	10	NUM	64
10-M=VGEM-161-m01	Geometrische Mechanik	10	NUM	65
10-M=VIST-161-m01	Industrielle Statistik 2	10	NUM	71
10-M=VKAR-161-m01	Körperarithmetik	10	NUM	72
10-M=VNPE-161-m01	Numerik partieller Differentialgleichungen	10	NUM	79
10-M=VOPT-161-m01	Ausgewählte Themen der Optimierung	10	NUM	80
10-M=VSTA-161-m01	Statistische Analysis	10	NUM	84
10-M=VZRA-161-m01	Zeitreihenanalyse 2	10	NUM	87
10-M=VDIM-161-m01	Diskrete Mathematik	5	NUM	62
10-M=VDSY-161-m01	Dynamische Systeme	5	NUM	63
10-M=VGEO-161-m01	Aspekte der Geometrie	5	NUM	66
10-M=VKOM-161-m01	Mathematische Kontinuumsmechanik	5	NUM	74
10-M=VMBV-161-m01	Mathematische Bildverarbeitung	5	NUM	75
10-M=VMPH-161-m01	Ausgewählte Themen der Mathematischen Physik	10	NUM	76
10-M=VTRT-161-m01	Ausgewählte Themen der Regelungstheorie	10	NUM	85
10-M=VIPR-161-m01	Inverse Probleme	5	NUM	70
10-M=VMTH-161-m01	Modultheorie	5	NUM	77
10-M=VNAN-161-m01	Nichtlineare Analysis	5	NUM	78
10-M=VOST-161-m01	Optimale Steuerung	5	NUM	81

10-M=VVSY-161-m01	Vernetzte Systeme	5	NUM	86
10-M=VKGE-161-m01	Komplexe Geometrie	10	NUM	73
10-M=VPDP-161-m01	Partielle Differentialgleichungen der Mathematischen Physik	10	NUM	82
10-M=VPRG-161-m01	Pseudo-Riemannsche und Riemannsche Geometrie	10	NUM	83
10-M=AFAN-161-m01	Funktionalanalysis	10	NUM	12
10-M=VADG-161-m01	Angewandte Differentialgeometrie	10	NUM	59
10-M=VGPSin-152-m01	Giovanni Prodi Lecture Selected Topics (Master)	10	NUM	69
10-M=VGPAin-152-m01	Giovanni Prodi Lecture Advanced Topics (Master)	10	NUM	67
10-M=VGPMIn-152-m01	Giovanni Prodi Lecture Modern Topics (Master)	10	NUM	68
10-M=SALG-161-m01	Seminar Algebra	5	NUM	48
10-M=SDSC-161-m01	Seminar Dynamische Systeme und Regelungstheorie	5	NUM	50
10-M=SCOA-161-m01	Seminar Funktionentheorie	5	NUM	49
10-M=SADG-161-m01	Seminar Angewandte Differentialgeometrie	5	NUM	47
10-M=SGTO-161-m01	Seminar Geometrie und Topologie	5	NUM	52
10-M=SGPCin-152-m01	Giovanni Prodi Seminar (Master)	5	NUM	51
10-M=SIDC-161-m01	Interdisziplinäres Seminar	5	NUM	53
10-M=SMSC-161-m01	Seminar Mathematik in den Naturwissenschaften	5	NUM	54
10-M=SNMA-161-m01	Seminar Numerische Mathematik und Angewandte Analysis	5	NUM	56
10-M=SOPT-161-m01	Seminar Optimierung	5	NUM	57
10-M=SSTA-161-m01	Seminar Statistik	5	NUM	58
10-M=SNLA-161-m01	Seminar Nichtlineare Analysis	5	NUM	55
10-M=ELT1-161-m01	Learning by Teaching 1	5	NUM	26
<b>Unterbereich Physik (Erwerb von min. 8 ECTS-Punkten)</b>				
<b>Modulgruppe Allgemeine Theoretische Physik</b>				
11-QM2-161-m01	Quantenmechanik II	8	NUM	133
11-TQO-221-m01	Theoretische Quantenoptik	8	NUM	149
11-RTT-161-m01	Relativitätstheorie	6	NUM	139
11-QVTP-161-m01	Vielteilchenphysik (Feldtheorie)	8	NUM	135
11-RMFT-161-m01	Renormierungsgruppenmethoden in der Feldtheorie	8	NUM	136
11-PKS-161-m01	Physik komplexer Systeme	6	NUM	130
11-QIC-161-m01	Quanteninformation und Quantencomputer	6	NUM	132
11-SLQ-232-m01	Schwarze Löcher	6	NUM	140
11-APM-242-m01	Astrophysik	6	NUM	99
11-ATP-242-m01	Atmosphärenphysik	6	NUM	101
11-OQS-242-m01	Offene Quantensysteme	6	NUM	129
<b>Modulgruppe Theoretische Festkörperphysik</b>				
11-TFK-161-m01	Theoretische Festkörperphysik	8	NUM	145
11-TFK2-161-m01	Theoretische Festkörperphysik 2	8	NUM	146
11-FTFK-161-m01	Feldtheorie in der Festkörperphysik	8	NUM	118
11-TOPO-161-m01	Topologische Ordnung	6	NUM	148
11-TFP-161-m01	Topologie in der Festkörperphysik	6	NUM	147
11-TSL-161-m01	Theorie der Supraleitung	6	NUM	153
11-CMS-161-m01	Computational Materials Science (DFT)	8	NUM	106
11-KFT-161-m01	Konforme Feldtheorie	6	NUM	121
11-KFT2-161-m01	Konforme Feldtheorie 2	6	NUM	123
11-MSF-161-m01	Magnetismus und Spinflüssigkeiten	6	NUM	126
1-Fach-Master Mathematische Physik (2016)		JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 23.10.2025 • PO-Datensatz Master (120 ECTS) Mathematische Physik - 2016		Seite 6 / 154

11-TQP-161-m01	Topologische Quantenphysik	6	NUM	151
11-CRP-161-m01	Renormierungsgruppe und Kritische Phänomene	6	NUM	108
11-BWW-161-m01	Bosonisierung und Wechselwirkungen in einer Dimension	6	NUM	105
11-EIT-161-m01	Eichtheorien	6	NUM	110
11-GGD-161-m01	Dualitäten zwischen Eich- und Gravitationstheorien	8	NUM	119
11-EFQ-161-m01	Einführung in die fraktionelle Quantisierung	6	NUM	109
11-TEF-161-m01	Topologische Effekte in elektronischen Systemen	6	NUM	142
11-FTAS-161-m01	Feldtheoretische Aspekte der Festkörperphysik	6	NUM	117
<b>Modulgruppe Astrophysik</b>				
11-AKM-161-m01	Kosmologie	6	NUM	97
11-AST-161-m01	Theoretische Astrophysik	6	NUM	100
11-EPP-161-m01	Einführung in die Plasmaphysik	6	NUM	111
11-APL-161-m01	Hochenergie-Astrophysik	6	NUM	98
11-NMA-161-m01	Computational Astrophysics	6	NUM	128
<b>Modulgruppe Theoretische Elementarteilchenphysik</b>				
11-RQFT-161-m01	Relativistische Quantenfeldtheorie	8	NUM	137
11-QFT2-161-m01	Quantenfeldtheorie II	8	NUM	131
11-TEP-161-m01	Theoretische Elementarteilchenphysik	8	NUM	143
11-ATTP-161-m01	Ausgewählte Kapitel der Theoretischen Elementarteilchenphysik	6	NUM	102
11-BSM-161-m01	Modelle jenseits des Standardmodells der Elementarteilchenphysik	6	NUM	103
<b>Modulgruppe Aktuelle Themen</b>				
11-EXMP5-161-m01	Aktuelle Themen der Mathematischen Physik	5	NUM	112
11-EXMP6-161-m01	Aktuelle Themen der Mathematischen Physik	6	NUM	113
11-EXMP7-161-m01	Aktuelle Themen der Mathematischen Physik	7	NUM	114
11-EXMP8-161-m01	Aktuelle Themen der Mathematischen Physik	8	NUM	115
<b>Unterbereich Arbeitsgemeinschaften (Erwerb von min. 10 ECTS-Punkten)</b>				
10-M=GALG-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Algebra	10	NUM	27
10-M=GDIM-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Diskrete Mathematik	10	NUM	32
10-M=GDSC-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Dynamische Systeme und Regelungstheorie	10	NUM	33
10-M=GCOA-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Funktionentheorie	10	NUM	28
10-M=GGMT-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Geometrie und Topologie	10	NUM	34
10-M=GMCX-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Mathematik im Kontext	10	NUM	36
10-M=GMSC-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Mathematik in den Naturwissenschaften	10	NUM	37
10-M=GMAI-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Maß und Integral	10	NUM	35
10-M=GNMA-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Numerische Mathematik und Angewandte Analysis	10	NUM	39
10-M=GROC-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Robotik, Optimierung und Kontrolltheorie	10	NUM	42
10-M=GTSA-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Zeitreihenanalyse	10	NUM	44
10-M=GSTA-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Statistik	10	NUM	43
10-M=GNTH-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Zahlentheorie	10	NUM	40
10-M=GCQS-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Kontrolltheorie quantenmechanischer Systeme	10	NUM	29
10-M=GDGE-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Differentialgeometrie	10	NUM	31
1-Fach-Master Mathematische Physik (2016)		JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 23.10.2025 • PO-Datensatz Master (120 ECTS) Mathematische Physik - 2016		Seite 7 / 154

10-M=GDFQ-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Deformationsquantisierung	10	NUM	30
10-M=GNLA-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Nichtlineare Analysis	10	NUM	38
10-M=GOPA-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Operatoralgebren	10	NUM	41
11-AG-MDG-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Moderne Differentialgeometrie	10	NUM	90
11-AG-SPG-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Symplektische und Poisson-Geometrie	10	NUM	95
11-AG-OAD-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Operatoralgebren und Darstellungstheorie	10	NUM	92
11-AG-HAL-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Hopf-Algebren	10	NUM	88
11-AG-KFT-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Konforme Feldtheorie	10	NUM	89
11-AG-STM-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Statistische Mechanik	10	NUM	96
11-AG-QFT-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Quantenfeldtheorie	10	NUM	93
11-AG-RGE-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Riemannsche Geometrie	10	NUM	94
11-AG-MPH-161-m01	Arbeitsgemeinschaft Mathematische Physik	10	NUM	91
<b>Abschlussbereich (Erwerb von 50 ECTS-Punkten)</b>				
11-FS-MP-161-m01	Fachliche Spezialisierung Mathematische Physik	10	B/NB	116
11-MP-MP-161-m01	Methodenkenntnis und Projektplanung Mathematische Physik	10	B/NB	125
11-MA-MP-161-m01	Master-Thesis Mathematische Physik	30	NUM	124

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Angewandte Analysis</b>		10-M=AAAN-161-mo1
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Vertieftes Studium der Funktionalanalysis und Operatortheorie, Sobolevräume und partielle Differentialgleichungen, Hilbertraumtheorie und Fourieranalysis, Spektraltheorie und Quantenmechanik, numerische Methoden (insbesondere FEM-Methoden). Prinzipien der Funktionalanalysis, Funktionenräume, Einbettungssätze, Kompaktheit. Theorie elliptischer, parabolischer und hyperbolischer partieller Differentialgleichungen mit Methoden der Funktionalanalysis.		
Empfohlene Vorkenntnisse: Vertrautheit mit den Inhalten des Moduls "Funktionalanalysis" wird dringend empfohlen.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt die grundlegenden Begriffe, Methoden und Ergebnisse der höheren Analysis. Er/Sie kann die erworbenen Fertigkeiten in Zusammenhang setzen mit anderen Zweigen der Mathematik und mit Fragestellungen in der Physik und anderen Natur- und Ingenieurwissenschaften.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Aspekte der Algebra</b>		10-M=AALG-161-mo1
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Aktuelle Themen der Algebra, wie zum Beispiel Kodierungstheorie, Elliptische Kurven, Algebraische Kombinatorik oder Computeralgebra.		
Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden grundlegende Kenntnisse der Algebra vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen der Module „Einführung in die Algebra“ und „Angewandte Algebra“ erworben werden können.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt grundlegende Konzepte und Methoden eines aktuellen Gebiets der Algebra und ist in der Lage, diese auf komplexe Fragestellungen anzuwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Differentialgeometrie		10-M=ADGM-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Zentrale und weiterführende Ergebnisse der Differentialgeometrie, insbesondere über differenzierbare Mannigfaltigkeiten und Riemannsche Mannigfaltigkeiten.		
Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden grundlegende Kenntnisse aus den Modulen „Einführung in die Differentialgeometrie“, „Einführung in die Topologie“ und „Geometrische Analysis“.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt Konzepte und Methoden zur Behandlung differenzierbarer oder Riemannscher Mannigfaltigkeiten, kann selbige anwenden und weiß um das Zusammenspiel lokaler und globaler Methoden in der Differentialgeometrie.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Funktionalanalysis</b>		10-M=AFAN-161-mo1
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Banach- und Hilbert-Räume, beschränkte Operatoren, Prinzipien der Funktionalanalysis, ausgewählte aktuelle Themen der Funktionalanalysis und Anwendungen in anderen Bereichen der Mathematik.		
Empfohlene Vorkenntnisse: Vertrautheit mit den Inhalten des Moduls "Vertiefung Analysis" wird dringend empfohlen.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt grundlegende Konzepte und Methoden eines aktuellen Gebiets der Funktionalanalysis und ist in der Lage, diese auf komplexe Fragestellungen anzuwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Funktionentheorie</b>		10-M=AFTH-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Vertieftes Studium der Abbildungseigenschaften analytischer Funktionen und deren Verallgemeinerungen mit modernen analytischen und geometrischen Methoden. Strukturelle Eigenschaften von Familien holomorpher und meromorpher Funktionen. Spezielle Funktionen (z.B. elliptische Funktionen).		
Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden grundlegende Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Einführung in die Funktionentheorie“.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt die grundlegenden Begriffe, Methoden und Ergebnisse der höheren Funktionentheorie und besitzt insbesondere eine Vertrautheit mit den (geometrischen) Abbildungseigenschaften holomorpher Funktionen. Er/Sie kann die erworbenen Fertigkeiten in Zusammenhang setzen mit anderen Zweigen der Mathematik und Anwendungsfächern.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Geometrische Strukturen</b>		10-M=AGMS-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Tits-Gebäude, verallgemeinerte Polygone oder verwandte geometrische Strukturen, Automorphismen, BN-Paare in Gruppen, Moufang-Bedingungen, Klassifikationsergebnisse.		
Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden grundlegende Kenntnisse aus den Modulen „Einführung in die Differentialgeometrie“ und „Einführung in die Topologie“.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt die grundlegenden Begriffe, Methoden und Ergebnisse, welche einen Typ von geometrischen Strukturen betreffen, kann diese Ergebnisse in umfassendere Theorien einordnen und lernt die Zusammenhänge der Geometrie mit anderen Teilen der Mathematik kennen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Giovanni Prodi Lecture (Master)		10-M=AGPCin-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Einführung in ein Spezialgebiet der Mathematik durch einen internationalen Experten oder eine internationale Expertin.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt die grundlegenden Konzepte und Methoden eines aktuellen Forschungsgebiets der Mathematik. Er/Sie kann die erworbenen Fertigkeiten in Zusammenhang setzen mit anderen Zweigen der Mathematik und Anwendungsfächern.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + Ü (1) Veranstaltungssprache: Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 60-90 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 15 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 10 Min. je TN) Prüfungssprache: Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Industrielle Statistik 1</b>		10-M=AIST-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Theorie der Parameter- und Bereichsschätzung, Testen statistischer Hypothesen, Verteilungsmodelle, empirische Verteilungsanalyse, komparative Analyse, statistische Produktprüfung, Survey Sampling, Audit Sampling.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende beherrscht die grundlegenden statistischen Verfahren für industrielle Anwendungen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Lie-Theorie		10-M=ALTH-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Lineare Lie-Gruppen und ihre Lie-Algebren, Exponentialfunktion, Struktur und Klassifikation von Lie-Algebren, klassische Beispiele, Anwendungen etwa in der Physik oder Kontrolltheorie.		
Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden Grundkenntnisse der Inhalte der Module „Funktionalanalysis“ und „Einführung in die Topologie“. Weiterhin sind grundlegende Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Einführung in die Differentialgeometrie“ nützlich.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt die grundlegenden Ergebnisse, Sätze und Methoden der Lie-Theorie, kann selbige in Standard-Situationen einsetzen und weiß um das Zusammenspiel von Gruppentheorie, Analysis, Topologie und Linearer Algebra.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Numerik großer Gleichungssysteme</b>		10-M=ANGG-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Diskretisierung elliptischer Differentialgleichungen, klassische Iterationsverfahren, Vorkonditionierer, Mehrgitterverfahren		
Empfohlene Vorkenntnisse: Vorausgesetzt werden grundlegende Kenntnisse der Numerischen Mathematik, wie sie etwa in den Modulen „Numerische Mathematik 1“ und „Numerische Mathematik 2“ erworben werden können.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt die wichtigen Verfahren zur Lösung großer Gleichungssysteme und weiß, wie ein vorgegebenes Gleichungssystem am effektivsten gelöst werden kann.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Grundlagen der Optimierung</b>		10-M=AOPT-161-mo1
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Grundlegende Methoden und Verfahren der kontinuierlichen Optimierung, unrestringierte Optimierung, Optimalitätsbedingungen, restringierte Optimierung, Beispiele und Anwendungen in Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt die grundlegenden Methoden und Verfahren der kontinuierlichen Optimierung, kann ihre Stärken und Schwächen abwägen und beurteilen, welches Verfahren für welche Anwendung geeignet ist.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Regelungstheorie</b>		10-M=ARTH-161-mo1
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Einführung in die mathematische Systemtheorie: Stabilität, Kontrollierbarkeit und Beobachtbarkeit, Zustandsrückführung und Stabilisierung, Grundlagen der optimalen Steuerung.		
Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlegende Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Gewöhnliche Differentialgleichungen“ sind nützlich.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt die Grundbegriffe und Methoden der Regelungstheorie. Er/Sie kann grundlegende Techniken der Regelungstheorie zur Analyse und Regelung technischer Systeme einsetzen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Stochastische Modelle des Risikomanagements</b>		10-M=ASMR-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Meßtheorie, Risikodiagramm, Failure Mode and Effects Analysis, Risikobewertung in der Wirtschaftsprüfung, Shortfallmaße, Value at Risk, Conditional Value at Risk, Axiomatik von Risikomaßen, Modellierung von Abhängigkeiten, Copula, Modellierung von funktionalen Zusammenhängen, Regressionsmodelle, Grundlagen der Zeitreihenmodellierung, aggregierte Verluste, Schätzen von Shortfallmaßen, Schätzen des Value at Risk und Conditional Value at Risk, Grundlagen der empirischen Zeitreihenanalyse, Methoden des Exponential Smoothing, Vorhersagen und Vorhersagebereiche, Schätzen des Value at Risk in Zeitreihen, elementare empirische Regressionsanalyse, Simulationsmethoden.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende beherrscht die grundlegenden Methoden des stochastischen Risikobewertung und Risikoanalyse.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Stochastische Prozesse</b>		10-M=ASTP-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Markoff-Ketten, Warteschlangen, Stochastische Prozesse in $C[0,1]$ , Brownsche Bewegung, Donsker-Theorem, projektiver Limes		
Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden grundlegende Kenntnisse der Stochastik vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen des Moduls „Stochastik 1“ erworben werden können. Empfehlenswert sind auch Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Stochastik 2“.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt die Grundbegriffe und grundlegenden Methoden der stochastischen Prozesse und kann sie in Anwendungssituationen zum Einsatz bringen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Topologie</b>		10-M=ATOP-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Mengentheoretische Topologie, topologische Invarianten (z.B. Fundamentalgruppen, Zusammenhang), Konstruktion topologischer Räume, Überlagerungstheorie.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt die grundlegenden Begriffe, Sätze und Methoden der Topologie und kann diese in Standardsituationen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Zeitreihenanalyse 1</b>		10-M=AZRA-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Additives Modell, Lineare Filter, Autokorrelation, Moving Average, Autoregressive Prozesse, Box-Jenkins-Methode		
Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden grundlegende Kenntnisse der Stochastik vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen des Moduls „Stochastik 1“ erworben werden können. Empfehlenswert sind auch Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Stochastik 2“.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt die grundlegenden Methoden und Verfahren der Zeitreihenanalyse und kann selbige in Anwendungssituationen einsetzen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Zahlentheorie</b>		10-M=AZTH-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Zahlentheoretische Funktionen und assoziierte Dirichlet-Reihen bzw. Euler-Produkte, analytische Theorie derselben mit Anwendungen auf die Primzahlverteilung und diophantische Gleichungen; Diskussion der Riemannschen Vermutung; Überblick über die Entwicklung der modernen Zahlentheorie</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden grundlegende Kenntnisse der Algebra und der Zahlentheorie vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen der Module „Einführung in die Algebra“, „Einführung in die Zahlentheorie“ und „Angewandte Algebra“ erworben werden können.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt die wichtigen Methoden im Bereich der analytischen Zahlentheorie, vermag algebraische Strukturen im Bereich der Zahlentheorie zu behandeln und kennt Lösungsstrategien für diophantische Gleichungen. Er/Sie hat einen Überblick über moderne Entwicklungen in der Zahlentheorie.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Learning by Teaching 1</b>		10-M=ELT1-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Betreuung einer Übungs- oder Tutoriumsgruppe im Bachelorstudium unter Anleitung des entsprechenden Dozenten oder der entsprechenden Dozentin.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende erwirbt erste Erfahrungen in der Vermittlung von Hochschulmathematik. Er/Sie kennt grundlegende didaktische Methoden der Hochschullehre und setzt sie in der Praxis um.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
T (o)		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Beurteilung der Tätigkeit als Tutor oder Tutorin durch die betreuenden Dozenten/-innen bzw. Übungsleiter/-innen (1-2 Unterrichtseinheiten)		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Algebra</b>		10-M=GALG-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ausgewählte und aktuelle Themen der Algebra (z.B. Ringtheorie, Kommutative Algebra, Differentialalgebra, lokale Körper, Computeralgebra, Algebren, Schiefkörper, quadratische Formen)		
Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden grundlegende Kenntnisse der Algebra vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen der Module „Einführung in die Algebra“ und „Angewandte Algebra“ erworben werden können.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt Einblick in aktuelle Fragestellungen der Algebra. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesem Bereich und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Funktionentheorie</b>		10-M=GCOA-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ausgewählte und aktuelle Themen der Funktionentheorie (z.B. aus den Bereichen Approximationstheorie, Potentialtheorie, komplexe Dynamik, geometrische komplexe Analysis, Wertverteilungstheorie).		
Empfohlene Vorkenntnisse: Je nach aktueller Ausrichtung der Lehrveranstaltung werden Kenntnisse aus unterschiedlichen Bereichen der Analysis vorausgesetzt. Eine Absprache mit der Dozentin oder dem Dozenten zu Veranstaltungsbeginn wird empfohlen.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt Einblick in aktuelle Fragestellungen der Funktionentheorie. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken der Funktionentheorie und kann sie auf schwierige Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Kontrolltheorie quantenmechanischer Systeme</b>		10-M=GCQS-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ausgewählte und aktuelle Themen aus dem Bereich Kontrolltheorie quantenmechanischer Systeme.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt Einblick in aktuelle Fragestellungen aus dem Bereich Kontrolltheorie quantenmechanischer Systeme. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesem Bereich und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Deformationsquantisierung</b>		10-M=GDFQ-161-mo1
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ausgewählte und aktuelle Themen aus dem Bereich Deformation Quantisierung.		
Empfohlene Vorkenntnisse: Empfehlenswert sind Kenntnisse der Inhalte der Module „Differentialgeometrie“ und „Geometrische Mechanik“.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt Einblick in aktuelle Fragestellungen aus dem Bereich Deformation Quantisierung. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesem Bereich und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Differentialgeometrie</b>		10-M=GDGE-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Ausgewählte und aktuelle Themen aus dem Bereich Differentialgeometrie.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden weiterführende Kenntnisse der Differentialgeometrie vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen des Moduls „Differentialgeometrie“ erworben werden können. Empfehlenswert sind auch Kenntnisse der Inhalte der Module „Angewandte Differentialgeometrie“, „Geometrische Mechanik“, „Pseudo-Riemannsche und Riemannsche Geometrie“ und „Liethorie“.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt Einblick in aktuelle Fragestellungen aus dem Bereich der Differentialgeometrie. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesem Bereich und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Diskrete Mathematik</b>		10-M=GDIM-161-mo1
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ausgewählte und aktuelle Themen aus dem Bereich Diskrete Mathematik.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt Einblick in aktuelle Fragestellungen der Diskreten Mathematik. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesem Bereich und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Dynamische Systeme und Regelungstheorie</b>		10-M=GDSC-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ausgewählte und aktuelle Themen aus dem Bereich Dynamischen Systeme und Regelung.		
Empfohlene Vorkenntnisse: Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Mathematische Kontrolltheorie“ bzw. „Regelungstheorie“.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt Einblick in aktuelle Fragestellungen aus dem Bereich Dynamische Systeme und Regelung. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesem Bereich und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Geometrie und Topologie</b>		10-M=GGMT-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ausgewählte und aktuelle Themen aus den Bereichen Geometrie und Topologie.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt Einblick in aktuelle Fragestellungen der Geometrie und Topologie. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesem Bereich und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

Modulbezeichnung			Kurzbezeichnung
Arbeitsgemeinschaft Maß und Integral			10-M=GMAI-161-m01
Modulverantwortung			anbietende Einrichtung
Studiendekan/-in Mathematik			Institut für Mathematik
ECTS	Bewertungsart	zuvor bestandene Module	
10	numerische Notenvergabe	--	
Moduldauer	Niveau	weitere Voraussetzungen	
1 Semester	weiterführend	--	
Inhalte			
Aspekte der Maß- und Integrationstheorie: Sigma-Algebren und Borel-Mengen, Inhalte und Maße, messbare Funktionen und das Lebesgue-Integral. Ausgewählte Anwendungen wie z.B. Produktmaße (mit dem Satz von Fubini und der Transformationsformel), Lp-Räume und absolute Stetigkeit, Maße auf topologischen Räumen			
Qualifikationsziele / Kompetenzen			
Der/Die Studierende besitzt Einblick in aktuelle Fragestellungen der Maß- und Integrationstheorie. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesem Bereich und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.			
Lehrveranstaltungen (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)			
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch			
Erfolgsüberprüfung (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)			
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester			
Platzvergabe			
--			
weitere Angaben			
--			
Arbeitsaufwand			
300 h			
Lehrturnus			
k. A.			
Bezug zur LPO I			
--			

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Mathematik im Kontext</b>		10-M=GMCX-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Reflexion über Mathematik in einem kulturellen Kontext, etwa durch Behandlung eines Teils der Mathematikgeschichte, welcher durch eine zeitliche Epoche, eine geographische Region oder durch ein Teilgebiet der Mathematik gegeben ist. Weitere Möglichkeiten ergeben sich durch die Beziehungen zwischen Mathematik und Literatur, Sprache, Musik, Kunst oder Medien.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende erkennt die kulturelle Dimension der Mathematik und ihre Beziehungen zu anderen Teilgebieten der Kultur.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Mathematik in den Naturwissenschaften</b>		10-M=GMSC-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ein aktuelles Thema aus dem Bereich Mathematik in den Naturwissenschaften.  Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden Grundkenntnisse aus den Modulen „Gewöhnliche Differentialgleichungen“ und „Einführung in Partielle Differentialgleichungen“, sowie Grundkenntnisse der Funktionalanalysis.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt Einblick in aktuelle Fragestellungen der Mathematik in den Naturwissenschaften. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesem Bereich und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Nichtlineare Analysis</b>		10-M=GNLA-161-mo1
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ausgewählte und aktuelle Themen aus dem Bereich Nichtlineare Analysis.  Empfohlene Vorkenntnisse: Je nach inhaltlicher Ausrichtung werden grundlegende und weiterführende Kenntnisse aus unterschiedlichen Gebieten der Analysis vorausgesetzt. Im Zweifelsfall wird eine Absprache mit der Dozentin oder dem Dozenten empfohlen.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt Einblick in aktuelle Fragestellungen aus dem Bereich der Nichtlinearen Analysis. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesem Bereich und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>			<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Numerische Mathematik und Angewandte Analysis</b>			10-M=GNMA-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>			<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik			Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>	
10	numerische Notenvergabe	--	
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>	
1 Semester	weiterführend	--	
<b>Inhalte</b>			
Ausgewählte Themen aus dem Bereich der Numerischen Mathematik, Angewandten Analysis oder des wissenschaftlichen Rechnens			
Empfohlene Vorkenntnisse: Je nach inhaltlicher Ausrichtung werden grundlegende und weiterführende Kenntnisse aus unterschiedlichen Gebieten der Analysis und/oder der numerischen Mathematik vorausgesetzt. Im Zweifelsfall wird eine Absprache mit der Dozentin oder dem Dozenten empfohlen.			
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>			
Der/Die Studierende besitzt Einblick in ein aktuelles Thema der Numerischen Mathematik oder der Angewandten Analysis. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesem Bereich und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.			
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)			
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch			
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)			
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester			
<b>Platzvergabe</b>			
--			
<b>weitere Angaben</b>			
--			
<b>Arbeitsaufwand</b>			
300 h			
<b>Lehrturnus</b>			
k. A.			
<b>Bezug zur LPO I</b>			
--			

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Zahlentheorie</b>		10-M=GNTH-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ausgewählte und aktuelle Themen der Zahlentheorie (z.B. Algebraische Zahlentheorie, Modulformen, Diophantische Analysis).		
Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden grundlegende Kenntnisse der Algebra und der Zahlentheorie vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen der Module „Einführung in die Algebra“, „Einführung in die Zahlentheorie“ und „Angewandte Algebra“ erworben werden können.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt Einblick in aktuelle Fragestellungen der Zahlentheorie. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesem Bereich und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Operatoralgebren</b>		10-M=GOPA-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ausgewählte und aktuelle Themen aus dem Bereich Operatoralgebren.  Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden Kenntnisse der Inhalte der Module „Funktionalanalysis“ und „Algebra und Dynamik von Quantensystemen“.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt Einblick in aktuelle Fragestellungen aus dem Bereich der Operatoralgebren. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesem Bereich und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Robotik, Optimierung und Kontrolltheorie</b>		10-M=GROC-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Ausgewählte und aktuelle Themen der Robotik, Optimierung und Kontrolltheorie.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Mathematische Kontrolltheorie“ bzw. „Regelungstheorie“.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
<p>Der/Die Studierende besitzt Einblick in aktuelle Fragestellungen der Robotik, Optimierung und Kontrolltheorie. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesen Bereichen und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.</p>		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
<p>V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch</p>		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Statistik</b>		10-M=GSTA-161-mo1
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ausgewählte und aktuelle Themen der Statistik.		
Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden grundlegende Kenntnisse der Stochastik vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen des Moduls „Stochastik 1“ erworben werden können. Empfehlenswert sind auch Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Stochastik 2“. Je nach inhaltlicher Ausrichtung können auch weitere Vorkenntnisse hilfreich sein, Absprache mit der Dozentin oder dem Dozenten wird empfohlen.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt Einblick in aktuelle Fragestellungen der Statistik. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesem Bereich und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Zeitreihenanalyse</b>		10-M=GTSA-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ausgewählte und aktuelle Themen der Zeitreihenanalyse.  Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden grundlegende Kenntnisse der Stochastik vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen des Moduls „Stochastik 1“ erworben werden können. Empfehlenswert sind auch Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Stochastik 2“.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt Einblick in aktuelle Fragestellungen der Zeitreihenanalyse. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesem Bereich und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Analysis und Geometrie von klassischen Systemen</b>		10-M=MP1-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Moderne analytische Methoden (wie partielle Differentialgleichungen) und geometrische Methoden (wie Differentialgeometrie) zur Beschreibung der klassischen Physik. Beispiele sind Bewegung von deformierbaren Körpern als Reaktion auf äußere Belastungen (Deformation von elastischen Körpern, das Fließen einer Flüssigkeit, das Strömen eines Gases). Weitere Beispiele sind geometrische Mechanik und symplektische Geometrie, klassische Feldtheorie und klassische Eichtheorien, allgemeine Relativitätstheorie.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden Grundkenntnisse aus den Modulen „Differentialgeometrie“, „Einführung in die Topologie“ und „Geometrische Analysis“. Weiterhin sind Grundkenntnisse der klassischen Feldtheorie nützlich.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende hat Einblick in moderne mathematische Methoden, die in der klassischen Physik zum Einsatz kommen. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesen Bereichen und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Algebra und Dynamik von Quantensystemen		10-M=MP2-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Moderne algebraische Methoden zur Dynamik von Quantensystemen wie beispielsweise Operatoralgebren mit Anwendungen in der algebraischen Quantenfeldtheorie, Spektraltheorie, Symmetrien und Darstellungstheorie.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden Grundkenntnisse aus den Modulen „Funktionalanalysis“, „Einführung in die Topologie“ und „Einführung in die Funktionentheorie“. Weiterhin sind Grundkenntnisse der Quantenmechanik nützlich.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende hat Einblick in moderne mathematische Methoden, die in der Quantenphysik zum Einsatz kommen. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesen Bereichen und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch bonusfähig</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Seminar Angewandte Differentialgeometrie</b>		10-M=SADG-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ein aktuelles Thema aus dem Bereich der Angewandten Differentialgeometrie.  Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden weiterführende Kenntnisse der Differentialgeometrie vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen des Moduls „Differentialgeometrie“ erworben werden können. Empfehlenswert sind auch Kenntnisse der Inhalte der Module „Angewandte Differentialgeometrie“, „Geometrische Mechanik“, „Pseudo-Riemannsche und Riemannsche Geometrie“ und „Liethorie“.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende ist in der Lage, sich in ein aktuelles Forschungsthema einzuarbeiten. Dies beinhaltet die Erarbeitung und Aufteilung eines vorgegebenen Stoffgebiets und der dazu vorhandenen Literatur, die Vorbereitung eines eigenen Vortrags, sowie die Fähigkeit, sich aktiv in eine wissenschaftliche Diskussion einzubringen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

Modulbezeichnung		Kurzbezeichnung
Seminar Algebra		10-M=SALG-161-m01
Modulverantwortung		anbietende Einrichtung
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
ECTS	Bewertungsart	zuvor bestandene Module
5	numerische Notenvergabe	--
Moduldauer	Niveau	weitere Voraussetzungen
1 Semester	weiterführend	--
Inhalte		
Ein aktuelles Thema aus dem Bereich der Algebra		
Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden grundlegende Kenntnisse der Algebra vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen der Module „Einführung in die Algebra“ und „Angewandte Algebra“ erworben werden können.		
Qualifikationsziele / Kompetenzen		
Der/Die Studierende ist in der Lage, sich in ein aktuelles Forschungsthema einzuarbeiten. Dies beinhaltet die Erarbeitung und Aufteilung eines vorgegebenen Stoffgebiets und der dazu vorhandenen Literatur, die Vorbereitung eines eigenen Vortrags, sowie die Fähigkeit, sich aktiv in eine wissenschaftliche Diskussion einzubringen.		
Lehrveranstaltungen (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
Erfolgsüberprüfung (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
Platzvergabe		
--		
weitere Angaben		
--		
Arbeitsaufwand		
150 h		
Lehrturnus		
k. A.		
Bezug zur LPO I		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Seminar Funktionentheorie</b>		10-M=SCOA-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ein aktuelles Thema aus dem Bereich der Funktionentheorie		
Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden Grundkenntnisse der Inhalte der Module „Einführung in die Funktionentheorie“ und „Funktionentheorie“.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende ist in der Lage, sich in ein aktuelles Forschungsthema einzuarbeiten. Dies beinhaltet die Erarbeitung und Aufteilung eines vorgegebenen Stoffgebiets und der dazu vorhandenen Literatur, die Vorbereitung eines eigenen Vortrags, sowie die Fähigkeit, sich aktiv in eine wissenschaftliche Diskussion einzubringen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Seminar Dynamische Systeme und Regelungstheorie</b>		10-M=SDSC-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ein aktuelles Thema aus dem Bereich Dynamische Systeme und Regelung		
Empfohlene Vorkenntnisse: Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Mathematische Kontrolltheorie“ bzw. „Regelungstheorie“.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende ist in der Lage, sich in ein aktuelles Forschungsthema einzuarbeiten. Dies beinhaltet die Erarbeitung und Aufteilung eines vorgegebenen Stoffgebiets und der dazu vorhandenen Literatur, die Vorbereitung eines eigenen Vortrags, sowie die Fähigkeit, sich aktiv in eine wissenschaftliche Diskussion einzubringen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Giovanni Prodi Seminar (Master)		10-M=SGPCin-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ein aktuelles Thema aus dem Forschungsbereich des jeweiligen Inhabers bzw. der jeweiligen Inhaberin der Giovanni-Prodi-Professur.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende ist in der Lage, sich in ein aktuelles Forschungsthema einzuarbeiten. Dies beinhaltet die Erarbeitung und Aufteilung eines vorgegebenen Stoffgebiets und der dazu vorhandenen Literatur, die Vorbereitung eines eigenen Vortrags, sowie die Fähigkeit, sich aktiv in eine wissenschaftliche Diskussion einzubringen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (2) Veranstaltungssprache: Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Seminar Geometrie und Topologie</b>		10-M=SGTO-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ein aktuelles Thema aus den Bereichen Geometrie und Topologie.  Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden grundlegende Kenntnisse der Inhalte der Module „Einführung in die Differentialgeometrie“ und „Einführung in die Topologie“.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende ist in der Lage, sich in ein aktuelles Forschungsthema einzuarbeiten. Dies beinhaltet die Erarbeitung und Aufteilung eines vorgegebenen Stoffgebiets und der dazu vorhandenen Literatur, die Vorbereitung eines eigenen Vortrags, sowie die Fähigkeit, sich aktiv in eine wissenschaftliche Diskussion einzubringen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Interdisziplinäres Seminar		10-M=SIDC-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ein aktuelles Thema aus dem Bereich der Mathematik mit interdisziplinärem Bezug.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende ist in der Lage, sich in ein aktuelles Forschungsthema einzuarbeiten. Dies beinhaltet die Erarbeitung und Aufteilung eines vorgegebenen Stoffgebiets und der dazu vorhandenen Literatur, die Vorbereitung eines eigenen Vortrags, sowie die Fähigkeit, sich aktiv in eine wissenschaftliche Diskussion einzubringen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Seminar Mathematik in den Naturwissenschaften</b>		10-M=SMSC-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ein aktuelles Thema aus dem Bereich Mathematik in den Naturwissenschaften.  Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden Grundkenntnisse aus den Modulen „Gewöhnliche Differentialgleichungen“ und „Einführung in Partielle Differentialgleichungen“, sowie Grundkenntnisse der Funktionalanalysis.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende ist in der Lage, sich in ein aktuelles Forschungsthema einzuarbeiten. Dies beinhaltet die Erarbeitung und Aufteilung eines vorgegebenen Stoffgebiets und der dazu vorhandenen Literatur, die Vorbereitung eines eigenen Vortrags, sowie die Fähigkeit, sich aktiv in eine wissenschaftliche Diskussion einzubringen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Seminar Nichtlineare Analysis</b>		10-M=SNLA-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ein aktuelles Thema aus dem Bereich Nichtlineare Analysis.  Empfohlene Vorkenntnisse: Je nach inhaltlicher Ausrichtung werden grundlegende und weiterführende Kenntnisse aus unterschiedlichen Gebieten der Analysis vorausgesetzt. Im Zweifelsfall wird eine Absprache mit der Dozentin oder dem Dozenten empfohlen.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende ist in der Lage, sich in ein aktuelles Forschungsthema einzuarbeiten. Dies beinhaltet die Erarbeitung und Aufteilung eines vorgegebenen Stoffgebiets und der dazu vorhandenen Literatur, die Vorbereitung eines eigenen Vortrags, sowie die Fähigkeit, sich aktiv in eine wissenschaftliche Diskussion einzubringen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>			<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Seminar Numerische Mathematik und Angewandte Analysis</b>			10-M=SNMA-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>			<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik			Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>	
5	numerische Notenvergabe	--	
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>	
1 Semester	weiterführend	--	
<b>Inhalte</b>			
Ein aktuelles Thema aus dem Bereich der Numerischen Mathematik oder Angewandten Analysis.			
Empfohlene Vorkenntnisse: Je nach inhaltlicher Ausrichtung werden grundlegende und weiterführende Kenntnisse aus unterschiedlichen Gebieten der Analysis und/oder der numerischen Mathematik vorausgesetzt. Im Zweifelsfall wird eine Absprache mit der Dozentin oder dem Dozenten empfohlen.			
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>			
Der/Die Studierende ist in der Lage, sich in ein aktuelles Forschungsthema einzuarbeiten. Dies beinhaltet die Erarbeitung und Aufteilung eines vorgegebenen Stoffgebiets und der dazu vorhandenen Literatur, die Vorbereitung eines eigenen Vortrags, sowie die Fähigkeit, sich aktiv in eine wissenschaftliche Diskussion einzubringen.			
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)			
S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch			
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)			
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester			
<b>Platzvergabe</b>			
--			
<b>weitere Angaben</b>			
--			
<b>Arbeitsaufwand</b>			
150 h			
<b>Lehrturnus</b>			
k. A.			
<b>Bezug zur LPO I</b>			
--			

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Seminar Optimierung</b>		10-M=SOPT-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ein aktuelles Thema aus dem Bereich der Optimierung		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende ist in der Lage, sich in ein aktuelles Forschungsthema einzuarbeiten. Dies beinhaltet die Erarbeitung und Aufteilung eines vorgegebenen Stoffgebiets und der dazu vorhandenen Literatur, die Vorbereitung eines eigenen Vortrags, sowie die Fähigkeit, sich aktiv in eine wissenschaftliche Diskussion einzubringen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Seminar Statistik</b>		10-M=SSTA-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ein aktuelles Thema aus dem Bereich der Statistik		
Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden grundlegende Kenntnisse der Stochastik vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen des Moduls „Stochastik 1“ erworben werden können. Empfehlenswert sind auch Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Stochastik 2“. Je nach inhaltlicher Ausrichtung können auch weitere Vorkenntnisse hilfreich sein, Absprache mit der Dozentin oder dem Dozenten wird empfohlen.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende ist in der Lage, sich in ein aktuelles Forschungsthema einzuarbeiten. Dies beinhaltet die Erarbeitung und Aufteilung eines vorgegebenen Stoffgebiets und der dazu vorhandenen Literatur, die Vorbereitung eines eigenen Vortrags, sowie die Fähigkeit, sich aktiv in eine wissenschaftliche Diskussion einzubringen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Angewandte Differentialgeometrie</b>		10-M=VADG-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Das Modul baut auf den Inhalten von 10-M=ADGM auf und behandelt ausgewählte Anwendungen differentialgeometrischer Konzepte, beispielsweise an der Schnittstelle zwischen Kontrolltheorie und Mechanik (subriemannsche Geometrie), in der glatten Optimierung auf Mannigfaltigkeiten oder Anwendungen in der Physik.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden weiterführende Kenntnisse der Differentialgeometrie vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen des Moduls „Differentialgeometrie“ erworben werden können. Empfehlenswert sind auch Kenntnisse der Inhalte der Module „Angewandte Differentialgeometrie“, „Geometrische Mechanik“, „Pseudo-Riemannsche und Riemannsche Geometrie“ und „Liethorie“.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende hat fortgeschrittene Kenntnisse in ausgewählten Anwendungen differentialgeometrischer Konzepte. Er/Sie kann die erworbenen Fertigkeiten in Zusammenhang setzen mit anderen Zweigen der Mathematik und mit Fragestellungen in der Physik.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Ausgewählte Themen der Analysis</b>		10-M=VANA-161-mo1
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Vertiefte Behandlung eines speziellen Themas der Analysis unter Berücksichtigung von aktuellen Entwicklungen und Querverbindungen zu anderen mathematischen Konzepten.		
Empfohlene Vorkenntnisse: Je nach inhaltlicher Ausrichtung werden grundlegende und weiterführende Kenntnisse aus unterschiedlichen Gebieten der Analysis vorausgesetzt. Im Zweifelsfall wird eine Absprache mit der Dozentin oder dem Dozenten empfohlen.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende verfügt über vertiefte Kenntnisse in einem ausgewählten Teilbereich der Analysis und ist in der Lage, diese Kenntnisse auf komplexe Fragestellungen anzuwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Algebraische Topologie</b>		10-M=VATP-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Homologie, Homotopieinvarianz, exakte Sequenzen, Kohomologie, Anwendung auf die Topologie euklidischer Räume		
Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden grundlegende Kenntnisse der Topologie vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen des Moduls „Einführung in die Topologie“ erworben werden können.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende verfügt über vertiefte Kenntnisse im Bereich der Algebraischen Topologie.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

Modulbezeichnung		Kurzbezeichnung
Diskrete Mathematik		10-M=VDIM-161-m01
Modulverantwortung		anbietende Einrichtung
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
ECTS	Bewertungsart	zuvor bestandene Module
5	numerische Notenvergabe	--
Moduldauer	Niveau	weitere Voraussetzungen
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Weiterführende Methoden und Ergebnisse eines ausgewählten Teilgebiets der Diskreten Mathematik (etwa Kodierungstheorie, Kryptographie, Graphentheorie oder Kombinatorik).		
Empfohlene Vorkenntnisse: Vorausgesetzt werden grundlegende Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Einführung in die Diskrete Mathematik“.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende verfügt über vertiefte Kenntnisse in einem Teilbereich der Diskreten Mathematik.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + Ü (1) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 60-90 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 15 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 10 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Dynamische Systeme</b>		10-M=VDSY-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Grundlagen dynamischer Systeme, wie z.B. Stabilitätstheorie, Ergodentheorie, Hamiltonsche Systeme.  Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlegende Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Gewöhnliche Differentialgleichungen“ sind nützlich.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende beherrscht die mathematischen Methoden der Theorie dynamischer Systeme und ist in der Lage, selbige qualitativ zu analysieren.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + Ü (1) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 60-90 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 15 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 10 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Gruppen und ihre Darstellungen</b>		10-M=VGDS-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Endliche Permutationsgruppen und Charaktertheorie der endlichen Gruppen zusammen mit deren Querverbindungen und spezielleren Techniken wie zum Beispiel die S-Ringe von Schur.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden grundlegende Kenntnisse der Algebra vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen der Module „Einführung in die Algebra“ und „Angewandte Algebra“ erworben werden können.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende beherrscht fortgeschrittene algebraische Konzepte und Methoden. Er/Sie erwirbt die Fähigkeit, sich mit aktuellen Forschungsfragen der Gruppentheorie und der Darstellungstheorie zu beschäftigen, und kann seine/ihre Kenntnisse auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Geometrische Mechanik</b>		10-M=VGEM-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Das Modul baut auf den Inhalten von 10-M=ADGM auf und vertieft und erweitert sie: Symplektische Geometrie, Kotangentenbündel und andere Beispiele von symplektischen Mannigfaltigkeiten, Symmetrien und Noether-Theorem, Phasenraumreduktion, Normalformen, Einführung in die Poisson-Geometrie.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden weiterführende Kenntnisse der Differentialgeometrie vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen des Moduls „Differentialgeometrie“ erworben werden können. Empfehlenswert sind auch Kenntnisse der Inhalte der Module „Einführung in die Topologie“. Weiterhin können Kenntnisse der Theoretischen Mechanik nützlich sein.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende hat fortgeschrittene Kenntnisse in Anwendungen differentialgeometrischer Konzepte in der geometrischen Mechanik. Er/Sie kann die erworbenen Fertigkeiten in Zusammenhang setzen mit anderen Zweigen der Mathematik und mit Fragestellungen in der Physik.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Aspekte der Geometrie</b>		10-M=VGEO-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Vertiefte Behandlung eines speziellen Typs von Geometrien unter Berücksichtigung von aktuellen Entwicklungen und Querverbindungen zu anderen mathematischen Strukturen (etwa topologische Geometrien, Diagramm-Geometrien).		
Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden Grundkenntnisse aus den Modulen „Differentialgeometrie“ und „Einführung in die Topologie“.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende verfügt über vertiefte Kenntnisse in einem ausgewählten Teilbereich der Geometrie und ist in der Lage, diese Kenntnisse auf komplexe Fragestellungen anzuwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + Ü (1) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 60-90 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 15 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 10 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Giovanni Prodi Lecture Advanced Topics (Master)		10-M=VGPAin-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Einführung in ein Spezialgebiet der Mathematik durch einen internationalen Experten oder eine internationale Expertin.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt die grundlegenden Konzepte und Methoden eines aktuellen Forschungsgebiets der Mathematik. Er/Sie kann die erworbenen Fertigkeiten in Zusammenhang setzen mit anderen Zweigen der Mathematik und Anwendungsfächern.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Giovanni Prodi Lecture Modern Topics (Master)		10-M=VGPMIn-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Einführung in ein Spezialgebiet der Mathematik durch einen internationalen Experten oder eine internationale Expertin.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt die grundlegenden Konzepte und Methoden eines aktuellen Forschungsgebiets der Mathematik. Er/Sie kann die erworbenen Fertigkeiten in Zusammenhang setzen mit anderen Zweigen der Mathematik und Anwendungsfächern.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		



<b>Modulbezeichnung</b>			<b>Kurzbezeichnung</b>
Giovanni Prodi Lecture Selected Topics (Master)			10-M=VGPSin-152-m01
<b>Modulverantwortung</b>			<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik			Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>	
10	numerische Notenvergabe	--	
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>	
1 Semester	weiterführend	--	
<b>Inhalte</b>			
Einführung in ein Spezialgebiet der Mathematik durch einen internationalen Experten oder eine internationale Expertin.			
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>			
Der/Die Studierende kennt die grundlegenden Konzepte und Methoden eines aktuellen Forschungsgebiets der Mathematik. Er/Sie kann die erworbenen Fertigkeiten in Zusammenhang setzen mit anderen Zweigen der Mathematik und Anwendungsfächern.			
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)			
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Englisch			
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)			
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig			
<b>Platzvergabe</b>			
--			
<b>weitere Angaben</b>			
--			
<b>Arbeitsaufwand</b>			
300 h			
<b>Lehrturnus</b>			
k. A.			
<b>Bezug zur LPO I</b>			
--			

<b>Modulbezeichnung</b>			<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Inverse Probleme</b>			10-M=VIPR-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>			<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik			Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>	
5	numerische Notenvergabe	--	
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>	
1 Semester	weiterführend	--	
<b>Inhalte</b>			
Lineare Operatorgleichungen, schlecht gestellte Probleme, Regularisierungstheorie, Tikhonov Regularisierung, iterative Regularisierungsverfahren, Beispiele schlecht gestellter Probleme.			
Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden Grundkenntnisse der Funktionalanalysis, wie sie beispielsweise im Modul „Funktionalanalysis“ vermittelt werden.			
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>			
Die Studierenden können gegebene Probleme hinsichtlich Gut- oder Schlechtgestellttheit beurteilen. Sie haben die Fähigkeit Regularisierungsverfahren anzuwenden und hinsichtlich Stabilität und Konvergenz zu untersuchen. Sie erwerben vertiefte Kenntnisse im Bereich ausgewählter inverser Probleme.			
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)			
V (3) + Ü (1) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch			
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)			
a) Klausur (ca. 60-90 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 15 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 10 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig			
<b>Platzvergabe</b>			
--			
<b>weitere Angaben</b>			
--			
<b>Arbeitsaufwand</b>			
150 h			
<b>Lehrturnus</b>			
k. A.			
<b>Bezug zur LPO I</b>			
--			

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Industrielle Statistik 2</b>		10-M=VIST-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
lineare Modelle, Regressionsanalyse, nichtlineare Regression, experimentelles Design, Grundlagen der Zeitreihenmodellierung, Grundlagen der empirischen Zeitreihenanalyse, Methoden des Exponential Smoothing, Vorhersagen und Vorhersagebereiche, statistische Prozessüberwachung.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende beherrscht fortgeschrittene statistische Verfahren für industrielle Anwendungen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Körperarithmetik</b>		10-M=VKAR-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Kombination von Galoistheorie, Gruppentheorie und Theorie der Funktionenkörper mit dem Ziel zahlentheoretischer Anwendungen, wie etwa Themen aus dem Umfeld des Hilbertschen Irreduzibilitätssatzes, der Permutationen (z.B. Carlitz-Wan-Vermutung) und dem Umkehrproblem der Galoistheorie.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden grundlegende Kenntnisse der Algebra vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen der Module „Einführung in die Algebra“ und „Angewandte Algebra“ erworben werden können.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende beherrscht fortgeschrittene algebraische Konzepte und Methoden. Er/Sie erwirbt die Fähigkeit, sich mit aktuellen Forschungsfragen der Algebra zu beschäftigen, und kann seine/ihre Kenntnisse auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Komplexe Geometrie</b>		10-M=VKGE-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Das Modul baut auf den Inhalten von 10-M=ADGM auf und vertieft und erweitert sie: Wirtinger Kalkül, komplexe Strukturen und komplexe Mannigfaltigkeiten, Metriken auf komplexen Mannigfaltigkeiten (z.B. konforme, hermitesche, Kähler), Differentialoperatoren auf komplexen Mannigfaltigkeiten, Klassifikation komplexer Mannigfaltigkeiten.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden Grundkenntnisse der Inhalte der Module „Einführung in die Funktionentheorie“, sowie „Funktionentheorie“ oder „Geometrische Funktionentheorie“.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt und beherrscht fortgeschrittene Methoden und Begriffe der komplexen Differentialgeometrie. Er/Sie kennt die zentralen Konzepte in diesem Bereich und kann die grundlegenden Beweismethoden selbstständig anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Mathematische Kontinuumsmechanik</b>		10-M=VKOM-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Partielle Differentialgleichungen und/oder variationelle Methoden im Kontext der Kontinuumsmechanik.  Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden Grundkenntnisse aus den Modulen „Gewöhnliche Differentialgleichungen“ und „Einführung in Partielle Differentialgleichungen“, sowie Grundkenntnisse der Funktionalanalysis.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende beherrscht die mathematischen Methoden der mathematischen Kontinuumsmechanik und kennt deren Hauptanwendungsgebiete.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + Ü (1) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 60-90 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 15 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 10 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Mathematische Bildverarbeitung</b>		10-M=VMBV-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Mathematische Grundlagen der Bildverarbeitung und Computer Vision, wie elementare projektive Geometrie, Kameramodelle und Kamerakalibrierung, starre/nichtstarre Registrierung, Rekonstruktion von 3D Objekten aus Kamerabildern; Algorithmen; evtl. Einführung in geometrische Methoden und Tomographie.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden Grundkenntnisse der Funktionalanalysis, wie sie beispielsweise im Modul „Funktionalanalysis“ vermittelt werden.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende beherrscht die mathematischen Methoden der Theorie der Bildverarbeitung und kennt deren Hauptanwendungsgebiete.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + Ü (1) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 60-90 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 15 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 10 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Ausgewählte Themen der Mathematischen Physik</b>		10-M=VMPH-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Ausgewählte Kapitel der Mathematischen Physik, wie zum Beispiel Kontinuumsmechanik, Fluidodynamik, mathematische Materialwissenschaften, geometrische Feldtheorie, fortgeschrittene Themen der Quantentheorie.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Je nach inhaltlicher Ausrichtung werden grundlegende und weiterführende Kenntnisse aus unterschiedlichen Gebieten der Analysis vorausgesetzt. Im Zweifelsfall wird eine Absprache mit der Dozentin oder dem Dozenten empfohlen.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende hat Kenntnisse in einem fortgeschrittenen Teilgebiet der Mathematischen Physik. Er/Sie kann die erworbenen Fertigkeiten in Zusammenhang setzen mit anderen Zweigen der Mathematik und mit Fragestellungen in der Physik.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Modultheorie</b>		10-M=VMTH-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Grundlagen der Modultheorie: Module und Modulräume, kanonische Zerlegungen und Darstellungen, einfache, halbeinfache und komplexe Module, Modulbäume und ihre Zerfaserungen, Verzerrungssätze, Reduktionssätze.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden grundlegende Kenntnisse der Algebra vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen der Module „Einführung in die Algebra“ und „Angewandte Algebra“ erworben werden können.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende beherrscht die mathematischen Methoden der Modultheorie und ist in der Lage, selbige qualitativ zu analysieren.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + Ü (1) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 60-90 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 15 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 10 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Nichtlineare Analysis</b>		10-M=VNAN-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Methoden der nichtlinearen Analysis (z.B. topologische Methoden, Monotonie- und Variationsmethoden) mit Anwendungen		
Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden Grundkenntnisse der Funktionalanalysis und zu partiellen Differentialgleichungen, wie sie beispielsweise in den Modulen "Einführung in die Funktionalanalysis" und "Angewandte Analysis" erworben werden können.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt die Konzepte der nichtlinearen Analysis, kann selbige gegeneinander abwägen und vermag ihre Anwendbarkeit auf Anwendungsprobleme zu beurteilen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + Ü (1) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 60-90 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 15 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 10 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Numerik partieller Differentialgleichungen</b>		10-M=VNPE-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Typen partieller Differentialgleichungen, qualitative Eigenschaften, finite Differenzen, finite Elemente, Fehlerabschätzungen. [Numerische Methoden elliptischer, parabolischer und hyperbolischer partieller Differentialgleichungen: finite Elemente Methode, discontinuous Galerkin finite Elemente Methode, finite Differenzen und finite Volumen Methode.]</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden Grundkenntnisse der Funktionalanalysis und zu partiellen Differentialgleichungen, wie sie beispielsweise in den Modulen "Einführung in die Funktionalanalysis" und "Angewandte Analysis" erworben werden können.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kann eine gegebene partielle Differentialgleichung sachgerecht diskretisieren.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Ausgewählte Themen der Optimierung</b>		10-M=VOPT-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ausgewählte Kapitel aus der Optimierung wie z.B. Innere-Punkte-Methoden, semidefinite Programme, nichtglatte Optimierung, Spieltheorie, Optimierung mit Differentialgleichungen.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende hat vertiefte Kenntnisse im Bereich der stetigen Optimierung. Er/Sie erwirbt die Fähigkeit, sich mit aktuellen Forschungsfragen im Bereich der stetigen Optimierung zu beschäftigen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Optimale Steuerung</b>		10-M=VOST-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Grundlagen der optimalen Steuerung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen, Theorie der optimalen Steuerung, Optimalitätsbedingungen, Methoden zur numerischen Lösung.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden Grundkenntnisse der Funktionalanalysis und zu gewöhnlichen Differentialgleichungen, wie sie beispielsweise in den Modulen "Einführung in die Funktionalanalysis" und "Gewöhnliche Differentialgleichungen" erworben werden können. Weiterhin können Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Grundlagen der Optimierung“ nützlich sein.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende hat vertiefte Kenntnisse im Bereich der optimalen Steuerung. Er/Sie erwirbt die Fähigkeit, sich mit aktuellen Forschungsfragen im Bereich der optimalen Steuerung zu beschäftigen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + Ü (1) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 60-90 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 15 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 10 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Partielle Differentialgleichungen der Mathematischen Physik</b>		10-M=VPDP-161-mo1
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Elliptische, parabolische und hyperbolische Gleichungen; Laplace Gleichung, Wärmeleitungsgleichung und Wellengleichung als Standardbeispiele; Anfangswert- und Randwertprobleme; gut und schlecht gestellte Probleme; Lösungsmethoden; Erweiterungen und Verallgemeinerungen; Hilbertraummethoden; Sobolevräume und Fouriertransformationen.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden Grundkenntnisse aus den Modulen „Gewöhnliche Differentialgleichungen“ und „Einführung in Partielle Differentialgleichungen“, sowie Grundkenntnisse der Funktionalanalysis.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt die grundlegenden Begriffe, Lösungsmethoden und Ergebnisse der Theorie partieller Differentialgleichungen, sowie Standardbeispiele aus der Mathematischen Physik. Er/Sie kann die erworbenen Fertigkeiten in Zusammenhang setzen mit anderen Zweigen der Mathematik und mit Fragestellungen in der Physik.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Pseudo-Riemannsche und Riemannsche Geometrie</b>		10-M=VPRG-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Das Modul baut auf den Inhalten von 10-M=ADGM auf und vertieft und erweitert sie: Riemannsche und Pseudo-Riemannsche Mannigfaltigkeiten, Levi-Civita Zusammenhang und Krümmung, Geodäten und Exponentialabbildung, Jacobi-Felder, Vergleichssätze der Riemannschen Geometrie, Untermannigfaltigkeiten, Integration und d'Alembert-Operator/Laplace-Operator, kausale Struktur von Lorentz-Mannigfaltigkeiten, Einstein-Gleichungen und Anwendungen in allgemeiner Relativitätstheorie.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden weiterführende Kenntnisse der Differentialgeometrie vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen des Moduls „Differentialgeometrie“ erworben werden können. Empfehlenswert sind auch Kenntnisse der Inhalte der Module „Einführung in die Topologie“, „Geometrische Mechanik“ und „Liethorie“.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende hat fortgeschrittene Kenntnisse in Differentialgeometrie auf Riemannschen und Pseudo-Riemannschen Mannigfaltigkeiten. Er/Sie kann die erworbenen Fertigkeiten in Zusammenhang setzen mit anderen Zweigen der Mathematik und mit Fragestellungen in der Physik.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Statistische Analysis</b>		10-M=VSTA-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Kontingenztafeln, Kategoriale Regression, einfaktorielle Varianzanalyse, zweifaktorielle Varianzanalyse, Diskriminanzanalyse, Clusteranalyse, Hauptkomponentenanalyse, Faktorenanalyse		
Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden grundlegende Kenntnisse der Stochastik vorausgesetzt, wie sie etwa im Rahmen des Moduls „Stochastik 1“ erworben werden können. Empfehlenswert sind auch Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Stochastik 2“.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende kennt die grundlegenden Methoden und Verfahren der statistischen Analysis und kann selbige in Anwendungssituationen einsetzen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Ausgewählte Themen der Regelungstheorie</b>		10-M=VTRT-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Ausgewählte Themen der linearen und nichtlinearen Regelungstheorie, wie z.B. vernetzte lineare Kontrollsysteme, Kontrollierbarkeit bilinearer Systeme.		
Empfohlene Vorkenntnisse: Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Mathematische Kontrolltheorie“ bzw. „Regelungstheorie“.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt Einblick in aktuelle Fragestellungen aus dem Bereich Kontrolltheorie. Er/Sie beherrscht fortgeschrittene Techniken in diesem Bereich und kann selbige auf komplexe Fragestellungen anwenden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Vernetzte Systeme</b>		10-M=VVSY-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Aktuelle Themen der vernetzten linearen und nicht-linearen dynamischen Systeme (homogene und inhomogene Systeme); Untersuchung kontrolltheoretischer Aspekte (Kontrollierbarkeit, Akzessibilität, etc.)		
Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlegende Kenntnisse der Inhalte des Moduls „Gewöhnliche Differentialgleichungen“ sind nützlich.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende hat vertiefte Kenntnisse im Bereich der vernetzten Systeme. Er/Sie erwirbt die Fähigkeit, sich mit aktuellen Forschungsfragen im Bereich der vernetzten Systeme auseinanderzusetzen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + Ü (1) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 60-90 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 15 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 10 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Zeitreihenanalyse 2</b>		10-M=VZRA-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Studiendekan/-in Mathematik		Institut für Mathematik
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
State-Space-Modelle, Kalman-Filter, Frequenzraum, Fourier-Analyse, Periodogramm, Charakterisierung von Autokovarianzfunktionen		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende hat vertiefte Kenntnisse im Bereich der Zeitreihenanalyse. Er/Sie erwirbt die Fähigkeit, sich mit aktuellen Forschungsfragen in diesem Bereich auseinanderzusetzen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + Ü (2) Veranstaltungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min., Regelfall) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 20 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 15 Min. je TN) Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester bonusfähig		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Hopf-Algebren</b>		11-AG-HAL-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Einführung in aktuelle Fragestellungen auf dem Gebiet der Hopf-Algebren zur Vorbereitung einer Masterarbeit auf diesem Gebiet und Zusammenfassung der erforderlichen Grundlagenthemen in einem Seminarvortrag.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet der Hopf-Algebren und Einblick in aktuelle Forschungsthemen. Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse zusammenfassend in einem Vortrag zu vermitteln.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (4) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Konforme Feldtheorie</b>		11-AG-KFT-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Einführung in aktuelle Fragestellungen auf dem Gebiet der konformen Feldtheorie zur Vorbereitung einer Masterarbeit auf diesem Gebiet und Zusammenfassung der erforderlichen Grundlagenthemen in einem Seminarvortrag		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet der konformen Feldtheorie und Einblick in aktuelle Forschungsthemen. Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse zusammenfassend in einem Vortrag zu vermitteln.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (4) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Moderne Differentialgeometrie</b>		11-AG-MDG-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Einführung in aktuelle Fragestellungen auf dem Gebiet der modernen Differentialgeometrie zur Vorbereitung einer Masterarbeit auf diesem Gebiet und Zusammenfassung der erforderlichen Grundlagenthemen in einem Seminarvortrag		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet der modernen Differentialgeometrie und Einblick in aktuelle Forschungsthemen. Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse zusammenfassend in einem Vortrag zu vermitteln.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (4) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Mathematische Physik</b>		11-AG-MPH-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Einführung in aktuelle Fragestellungen auf dem Gebiet der mathematischen Physik zur Vorbereitung einer Masterarbeit auf diesem Gebiet und Zusammenfassung der erforderlichen Grundlagenthemen in einem Seminarvortrag		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet der mathematischen Physik und Einblick in aktuelle Forschungsthemen. Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse zusammenfassend in einem Vortrag zu vermitteln.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (4) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Operatoralgebren und Darstellungstheorie</b>		11-AG-OAD-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Einführung in aktuelle Fragestellungen auf dem Gebiet der Operatoralgebren zur Vorbereitung einer Masterarbeit auf diesem Gebiet und Zusammenfassung der erforderlichen Grundlagenthemen in einem Seminarvortrag		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet der Operatoralgebren und Einblick in aktuelle Forschungsthemen. Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse zusammenfassend in einem Vortrag zu vermitteln.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (4) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Quantenfeldtheorie</b>		11-AG-QFT-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Einführung in aktuelle Fragestellungen auf dem Gebiet der Quantenfeldtheorie zur Vorbereitung einer Masterarbeit auf diesem Gebiet und Zusammenfassung der erforderlichen Grundlagenthemen in einem Seminarvortrag		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet der Quantenfeldtheorie und Einblick in aktuelle Forschungsthemen. Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse zusammenfassend in einem Vortrag zu vermitteln.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (4) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Riemannsche Geometrie</b>		11-AG-RGE-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Einführung in aktuelle Fragestellungen auf dem Gebiet der Riemannschen Geometrie zur Vorbereitung einer Masterarbeit auf diesem Gebiet und Zusammenfassung der erforderlichen Grundlagenthemen in einem Seminarvortrag.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet der Riemannschen Geometrie und Einblick in aktuelle Forschungsthemen. Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse zusammenfassend in einem Vortrag zu vermitteln.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (4) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Symplektische und Poisson-Geometrie</b>		11-AG-SPG-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Einführung in aktuelle Fragestellungen auf dem Gebiet der symplektischen und der Poisson-Geometrie zur Vorbereitung einer Masterarbeit auf diesem Gebiet und Zusammenfassung der erforderlichen Grundlagenthemen in einem Seminarvortrag		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet der symplektischen und der Poisson-Geometrie und Einblick in aktuelle Forschungsthemen. Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse zusammenfassend in einem Vortrag zu vermitteln.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (4) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Arbeitsgemeinschaft Statistische Mechanik</b>		11-AG-STM-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Einführung in aktuelle Fragestellungen auf dem Gebiet der statistischen Mechanik zur Vorbereitung einer Masterarbeit auf diesem Gebiet und Zusammenfassung der erforderlichen Grundlagenthemen in einem Seminarvortrag		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet der statistischen Mechanik und Einblick in aktuelle Forschungsthemen. Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse zusammenfassend in einem Vortrag zu vermitteln.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (4) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Kosmologie</b>		11-AKM-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Expandierende Raumzeit, Friedmann Kosmologie, Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie, Frühes Universum, Inflation, Dunkelmaterie, Primordiale Nukleosynthese, Mikrowellenhintergrund, Strukturbildung, Galaxien und Galaxienhaufen, Interagalaktisches Medium, Kosmologische Parameter		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende verfügt über grundlegende Kenntnisse der Kosmologie. Er/Sie beherrscht die theoretischen Methoden der Kosmologie und kann den Zusammenhang mit Beobachtungen herstellen. Er/Sie hat Einblick in aktuelle Forschungsthemen und ist befähigt, wissenschaftliche Fragestellungen zu bearbeiten.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Hochenergie-Astrophysik</b>		11-APL-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Strahlungsprozesse, Wechselwirkung von Licht mit Materie, Teilchenbeschleunigungsprozesse, Paarbildung, nukleare Prozesse, Pionenerzeugung, astrophysikalische Stoßwellen, kinetische Gleichungen		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden erwerben Kenntnisse in grundlegenden Prozessen der Hochenergie-Astrophysik wie der Teilchenbeschleunigung und der nicht-thermischen Strahlungsprozesse in astrophysikalischen Objekten.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Astrophysik</b>		11-APM-242-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Geschichte der Astronomie, Koordinaten und Zeitmessung, das Sonnensystem, Exoplaneten, Astronomische Größenskalen, Teleskope und Detektoren, Sternaufbau und Sternatmosphären, Entwicklung und Endstadien von Sternen, Interstellares Medium, Molekülwolken, Aufbau der Milchstraße, Lokales Universum, Expandierende Raumzeit, Galaxien, Aktive Galaxienkerne, großskalige Strukturen, Kosmologie.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende hat ein vertieftes Verständnis des modernen Weltbilds der Astrophysik erreicht. Er/Sie ist vertraut mit den Methoden und Geräten, mit denen astrophysikalische Beobachtungen gemacht und ausgewertet werden. Er/Sie ist in der Lage, Ergebnisse astrophysikalischer Beobachtungen verschiedener Objektklassen vor dem Hintergrund theoretischer astrophysikalischer Modelle zu interpretieren und in den aktuellen Stand der Forschung einzuordnen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + R (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, je ca. 30 Min.) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
Genehmigung des Prüfungsausschusses erforderlich		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Theoretische Astrophysik		11-AST-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Themen aus der Theoretischen Astrophysik wie beispielsweise Weiße Zwerge, Neutronenstern und Schwarze Löcher, Supernovae, Pulsare, Akkretion und Jets, Stosswellen, Strahlungstransport, Gravitationslinseneffekt		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Kenntnisse grundlegender Prozesse und Methoden der Theoretischen Astrophysik. Ausbildung von Fähigkeiten zur Formulierung theoretischer Modelle		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + R (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Atmosphärenphysik</b>		11-ATP-242-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Entstehung von Atmosphären. Planetenatmosphären im Sonnensystem: Chemische Zusammensetzung und Thermodynamik. Strahlungstransport und Strahlungsbilanz. Strömungsmechanik. Treibhauseffekt. Klimamodelle: Gleichgewicht und Runaway. Physik der Wolken. Elektrische und magnetische Felder. Sonnenwind und interplanetares Medium. Meteorite, Asteroide, Planetenringe. Kosmische Strahlung. Atmosphären von Exoplaneten		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden haben Kenntnisse über die Physik von Planetenatmosphären, insbesondere der Erdatmosphäre und des erdnahen Weltraumes. Sie sind in der Lage, die erworbenen Kenntnisse bei der Planung von Weltraummissionen und bei der Erforschung von Exoplaneten einzusetzen. Sie können die physikalischen Mechanismen des terrestrischen Klimas modellieren und die Effekte der globalen Erwärmung interpretieren.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + R (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, je ca. 30 Min.) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Ausgewählte Kapitel der Theoretischen Elementarteilchenphysik</b>		11-ATTP-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Eine Auswahl aus folgenden Themengebieten wird in verschiedenen Jahren behandelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fortgeschrittene Techniken zur Präzisionsberechnung von Streuamplituden</li> <li>2. Phänomenologie an Teilchenbeschleunigern</li> <li>3. Higgsphysik</li> <li>4. Physik des Top-Quarks</li> </ol>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden beherrschen vertiefte Techniken und Methoden, die zur Berechnung und zur Beschreibung teilchenphysikalischer Phänomene benötigt werden. Die Studierenden sind mit aktuellen Entwicklungen in der Teilchenphänomenologie vertraut.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder  b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder  c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder  d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder  e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.).</p> <p>Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen.</p> <p>Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch  Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Modelle jenseits des Standardmodells der Elementarteilchenphysik</b>		11-BSM-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
1. Grundlagen des Standardmodells der Elementarteilchenphysik 2. Tests des Standardmodells in Niederenergieexperimenten und an Hochenergiebeschleunigern 3. Neutrinophysik 4. Higgsphysik  Eine Auswahl der folgenden Themen wird in verschiedenen Jahren behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• LHC Phänomenologie</li> <li>• Teilchenkosmologie</li> <li>• erweiterte Eichtheorien</li> <li>• Modelle mit erweiterten Higgssektoren</li> <li>• Supersymmetrie</li> <li>• Modelle mit zusätzlichen Raumzeitdimensionen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden kennen die Tests und die Grenzen des Standardmodells der Teilchenphysik, der Higgsphysik und der Neutrinophysik. Sie sind in der Lage Erweiterungen des Standardmodells zu formulieren. Weiter verstehen sie, wie man diese Erweiterungen in Niederenergieexperimenten, an Hochenergiebeschleunigern und in der Kosmologie testen kann.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
1-Fach-Master Mathematische Physik (2016)	JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 23.10.2025 • PO-Datensatz Master (120 ECTS) Mathematische Physik - 2016	Seite 103 / 154

<b>Bezug zur LPO I</b>
--

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Bosonisierung und Wechselwirkungen in einer Dimension</b>		11-BWW-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>1. Instabilitäten von Fermi-Systemen in einer Dimension(1D)  2. Abelsche Bosonisierung und Luttinger-Flüssigkeiten (spinlose Fermionen, Korrelationsfunktionen, Modelle mit Spin, Renormierungsgruppe und das sine-Gordon-Modell)</p> <p>Eine Auswahl der folgenden Themen wird in verschiedenen Jahren angeboten:</p> <p>3. Wechselwirkende Fermionen auf dem Gitter (Hubbard-Modell, t/J-Modell, Transporteigenschaften)  4. Bethe-Ansatz  5. Spin 1/2 Ketten  6. Ungeordnete Systeme  7. Nicht-Abelsche Bosonisierung und das WZW-Modell (Kac-Moody-Algebren, Sugawara-Konstruktion, Knizhnik-Zamolodchikov Gleichung, Anwendungen der WZW-Modell)</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden werden mit den Besonderheiten eindimensionaler (1D) Elektronensysteme vertraut gemacht und sie erlernen die theoretischen Methoden, um experimentell relevante Phänomene wie Unordnungseffekte und Transporteigenschaften in 1D zu verstehen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder  b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder  c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder  d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder  e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.).</p> <p>Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen.</p> <p>Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch  Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		
1-Fach-Master Mathematische Physik (2016)	JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 23.10.2025 • PO-Datensatz Master (120 ECTS) Mathematische Physik - 2016	Seite 105 / 154

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Computational Materials Science (DFT)</b>		11-CMS-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
1. Dichtefunktionaltheorie (DFT) 2. Wannierfunktionen und lokalisierte Basissysteme 3. Numerische Auswertung topologischer Invarianzen 4. Hartree-Fock und statische Molekularfeldtheorie 5. Vielteilchen-Rechenmethoden für Festkörpertheorien 6. Das Anderson-Impurity-Modell (AIM) und Kondo-Physik 7. Dynamische Molekularfeldtheorie (DMFT) 8. DFT + DMFT Methoden zur realistischen Behandlung von Festkörpern 9. Stark korrelierte Elektronensysteme		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Neben der theoretischen Behandlung dieser Themen finden "hands-on" Übungen im CIP-Pool statt. Die Teilnehmer werden in die Benutzung von DFT-Softwarepaketen wie z.B. VASP oder Wien2k eingeführt, sowie der Konstruktion maximal lokalisierter Wannierfunktionen durch Projektion der DFT-Ergebnisse auf Atomorbitale mit der Software wannier90. Die Studenten lernen außerdem, wie man Vielteilchen-Lösungen des AIMS erstellt und betrachten dessen Grenzfälle, wie z.B. ds Kondo-Regime. Impurity-Solver wie exakte Diagonalisierung oder Continuous-time Quantum Monte Carlo werden benutzt, um die Selbstkonsistenzgleichungen der dynamischen Molekularfeldtheorie (DMFT) zu lösen. Diese Schritte sind notwendig, um den Höhepunkt der Vorlesung zu erreichen: eine DFT-DMFT Rechnung eines stark korrelierten Übergangsmetalloxids, wie SrVO <sub>3</sub> .		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + R (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
240 h		

<b>Lehrturnus</b>
k. A.
<b>Bezug zur LPO I</b>
--

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Renormierungsgruppe und Kritische Phänomene</b>		11-CRP-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
1. Phasenübergänge 2. Molekularfeldtheorie 3. Das Konzept der Renormierungsgruppe (RG) 4. Phasendiagramme und Fixpunkte 5. Störungstheoretische RG 6. Niedrigdimensionale Systeme 7. Konforme Symmetrie		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden erwerben ein Verständnis für das Prinzip der Skaleninvarianz und der Renormierungsgruppe (RG) in der statistischen Physik. Das Konzept des RG Flusses vertieft das Verständnis der effektiven Theorie in der statistischen sowie der Quantenfeldtheorie.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Einführung in die fraktionelle Quantisierung</b>		11-EFQ-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>In der Vorlesung werden die Mechanismen der fraktionellen Quantisierung anhand von Beispielen erklärt, wie sie in der folgenden Liste enthalten sind:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zustände innerhalb der Energielücke in Polyacetylen</li> <li>2. Abelsche Quantenhallzustände (Laughlin Zustände, fraktionelle Ladung und Quantenstatistik, die Hierarchie der Quantenhallzustände, effektive Beschreibung durch die Chern-Simons-Theorie)</li> <li>3. Nicht-Abelsche Quanten-Hall-Zustände (Pfaffian-Zustände, Majorana-Fermionen, nicht-Abelsche Statistik, Read-Rezayi-Zustände) Spinketten (Haldane-Shastry Modell, Spinon-Anregungen, Holon-Anregungen im Kuramoto-Yokoyama Modell, Yangian Symmetrie)</li> <li>5. Chirale Spinnflüssigkeiten (Abelsch und nicht-Abelsch)</li> <li>6. Kitaev-Modelle (Toric-Code-Modell, Honigwabengitter-Modell)</li> </ol>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
<p>Durch das Studium spezifischer Beispiele von Quantenkondensaten (Quantenflüssigkeiten) mit fraktionell quantisierten Anregungen werden die Studierenden mit sogenannten "entstehenden Phänomenen" ("emergent phenomena") in Vielteilchensystemen und somit mit Anderson's philosophischem Prinzip "More is different" vertraut gemacht.</p>		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1)		
Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder  b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder  c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder  d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder  e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.).</p> <p>Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen.</p> <p>Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch</p> <p>Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		
1-Fach-Master Mathematische Physik (2016)	JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 23.10.2025 • PO-Datensatz Master (120 ECTS) Mathematische Physik - 2016	Seite 109 / 154

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Eichtheorien</b>		11-EIT-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Der Schwerpunkt der Vorlesung werden im Regelfall Gittereichtheorien sein. Die Konzepte lassen sich besonders anschaulich an dem Beispiel von Gittereichtheorien in Spinsystemen lehren. Ein möglicher Syllabus ist:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in Gittereichtheorien für Spinsysteme</li> <li>2. Phasenübergänge</li> <li>3. Die Transfermatrix</li> <li>4. Das zweidimensionale (2D) Ising-Modell</li> <li>5. Die Gittereichtheorie des Ising-Modells</li> <li>6. Abelsche Gittereichtheorien</li> <li>7. Das planare Heisenberg (XY) Modell in 2D (Kosterlitz-Thouless Übergang)</li> <li>8. Nicht-Abelsche Gittereichtheorien</li> </ol>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
<p>Durch das Studium der Gittereichtheorien vertiefen die Studierenden ihr Verständnis von Eichtheorien in der klassischen und der Quantenphysik. Mögliche Anwendungen auf Spin-Systeme, soweit im Syllabus vorhanden, veranschaulichen das Zusammenspiel zwischen mikroskopischen Modellen und feldtheoretischen Beschreibungen.</p>		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder  b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder  c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder  d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder  e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.).</p> <p>Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen.</p> <p>Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch  Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		
1-Fach-Master Mathematische Physik (2016)	JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 23.10.2025 • PO-Datensatz Master (120 ECTS) Mathematische Physik - 2016	Seite 110 / 154

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Einführung in die Plasmaphysik</b>		11-EPP-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Plasma-Astrophysik: Bewegung geladener Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern; Magnetho-Hydrodynamik, Transportgleichungen für energetische Teilchen; Eigenschaften magnetischer Turbulenz, Ausbreitung solarer Teilchen im Sonnenwind, Teilchenbeschleunigung durch Stoßwellen und durch Wechselwirkung mit Plasmaturbulenz, Teilchenbeschleunigung und Transport in der Galaxis und anderen astrophysikalischen Objekten, kosmische Strahlung.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Kenntnisse in grundlegenden Prozessen der Plasma-Astrophysik		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + R (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.) Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Aktuelle Themen der Mathematischen Physik</b>		11-EXMP5-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
5	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	Genehmigung des Prüfungsausschusses erforderlich.
<b>Inhalte</b>		
Aktuelle Themen der Mathematischen Physik. Angerechnete Studienleistungen, z.B. bei Hochschulwechsel oder Auslandsstudium.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt fortgeschrittene Kompetenzen, die den Anforderungen an ein Modul der Mathematischen Physik im Masterstudiengang entsprechen. Er/Sie verfügt über Kenntnisse auf einem aktuellen Teilgebiet der Mathematischen Physik und das Verständnis der Methoden, die zu deren Erwerb notwendig sind. Er/Sie kann das Erlernte in die fachlichen Zusammenhänge einordnen und kennt die Anwendungsgebiete.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + R (2)		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.) Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
150 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Aktuelle Themen der Mathematischen Physik</b>		11-EXMP6-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	Genehmigung des Prüfungsausschusses erforderlich.
<b>Inhalte</b>		
Aktuelle Themen der Mathematischen Physik. Angerechnete Studienleistungen, z.B. bei Hochschulwechsel oder Auslandsstudium.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt fortgeschrittene Kompetenzen, die den Anforderungen an ein Modul der Mathematischen Physik im Masterstudiengang entsprechen. Er/Sie verfügt über Kenntnisse auf einem aktuellen Teilgebiet der Mathematischen Physik und das Verständnis der Methoden, die zu deren Erwerb notwendig sind. Er/Sie kann das Erlernte in die fachlichen Zusammenhänge einordnen und kennt die Anwendungsgebiete.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1)		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.) Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Aktuelle Themen der Mathematischen Physik</b>		11-EXMP7-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
7	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	Genehmigung des Prüfungsausschusses erforderlich.
<b>Inhalte</b>		
Aktuelle Themen der Mathematischen Physik. Angerechnete Studienleistungen, z.B. bei Hochschulwechsel oder Auslandsstudium.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt fortgeschrittene Kompetenzen, die den Anforderungen an ein Modul der Mathematischen Physik im Masterstudiengang entsprechen. Er/Sie verfügt über Kenntnisse auf einem aktuellen Teilgebiet der Mathematischen Physik und das Verständnis der Methoden, die zu deren Erwerb notwendig sind. Er/Sie kann das Erlernte in die fachlichen Zusammenhänge einordnen und kennt die Anwendungsgebiete.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1)		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.) Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
210 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Aktuelle Themen der Mathematischen Physik</b>		11-EXMP8-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	Genehmigung des Prüfungsausschusses erforderlich.
<b>Inhalte</b>		
Aktuelle Themen der Mathematischen Physik. Angerechnete Studienleistungen, z.B. bei Hochschulwechsel oder Auslandsstudium.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende besitzt fortgeschrittene Kompetenzen, die den Anforderungen an ein Modul der Mathematischen Physik im Masterstudiengang entsprechen. Er/Sie verfügt über Kenntnisse auf einem aktuellen Teilgebiet der Mathematischen Physik und das Verständnis der Methoden, die zu deren Erwerb notwendig sind. Er/Sie kann das Erlernte in die fachlichen Zusammenhänge einordnen und kennt die Anwendungsgebiete.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + R (2)		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.) Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
240 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Fachliche Spezialisierung Mathematische Physik</b>		11-FS-MP-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	bestanden / nicht bestanden	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Einführung in aktuelle Fragestellungen aus einem Teilgebiet der Mathematischen Physik mit besonderer Relevanz zum angestrebten Thema der Masterarbeit und Zusammenfassung der erforderlichen Grundlagenthemen in einem Seminarvortrag.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende verfügt über vertiefte Kenntnisse in einem Teilgebiet der Mathematischen Physik mit besonderer Relevanz zum angestrebten Thema der Masterarbeit. Er/Sie kennt den aktuellen Stand der Forschung in diesem Gebiet und ist in der Lage, diese Kenntnisse zusammenfassend in einem Vortrag zu vermitteln.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
S (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Feldtheoretische Aspekte der Festkörperphysik</b>		11-FTAS-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Der Inhalt der Vorlesung wird von Jahr zu Jahr variieren, und könnte folgende Themen enthalten: die effektive Beschreibung von Supraleitern nichtlineare Sigma Modelle für Spinketten, Chern-Simons und Axion-Theorien als effektive Feldtheorien für Quantenhalflüssigkeiten und topologische Isolatoren: das SU (2) Niveau k Wess-Zu-mino-Witten-Modell als Beispiel einer konformen Feldtheorie mit einer Symmetriegruppe (oder Algebra) jenseits der Virasoro-Algebra.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Unabhängig von Wahl der spezifisch gelesenen Themen wird die Vorlesung das Verständnis der Feldtheorie vertiefen und die Bedeutung der Feldtheorie in nahezu allen Bereichen der Festkörperphysik illustrieren.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Feldtheorie in der Festkörperphysik</b>		11-FTFK-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Das Thema des Kurses wird in der Regel die quantenmechanische Beschreibung von Vielteilchensystemen mit der Methode der Funktionalintegrale sein. Ein möglicher Syllabus ist:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zweite Quantisierung und kohärente Zustände</li> <li>2. Der Formalismus der Funktionalintegrale bei endlichen Temperaturen <math>T</math></li> <li>3. Störungstheorie bei <math>T = 0</math></li> <li>4. Ordnungsparameter und gebrochene Symmetrie</li> <li>5. Greensche Funktionen</li> <li>6. Die Landau-Theorie der Fermi-Flüssigkeiten</li> <li>7. weitere Entwicklungen</li> </ol>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden werden die modernen Methoden der Pfad- und Funktionalintegrale auf Quantenvielteilchensysteme anwenden können. Dieser Zugang ergänzt den traditionellen Zugang mit Greenschen Funktionen und Feynman-Diagrammen		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + R (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder  b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder  c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder  d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder  e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.).</p> <p>Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen.  Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch  Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
240 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

Modulbezeichnung		Kurzbezeichnung
Dualitäten zwischen Eich- und Gravitationstheorien		11-GGD-161-m01
Modulverantwortung		anbietende Einrichtung
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
ECTS	Bewertungsart	zuvor bestandene Module
8	numerische Notenvergabe	--
Moduldauer	Niveau	weitere Voraussetzungen
1 Semester	weiterführend	--
Inhalte		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Überblick Quantenfeldtheorie: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantisierung des freien Feldes</li> <li>• Wechselwirkungen</li> <li>• Eichtheorien</li> <li>• Konforme Symmetrie</li> <li>• Entwicklung für große <math>N</math> und <math>t</math> Hooft-Limes</li> <li>• Supersymmetrie</li> </ul> </li> <li>2. Überblick Allgemeine Relativitätstheorie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mannigfaltigkeiten, Koordinaten-Kovarianz, Metrik</li> <li>• Riemannscher Krümmungstensor</li> <li>• Maximal symmetrische Raumzeiten</li> <li>• Schwarze Löcher</li> </ul> </li> <li>3. Überblick String-Theorie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Offene und geschlossene Strings</li> <li>• Strings in Hintergrundfeldern</li> <li>• Typ IIB String-Theorie</li> <li>• D-Branen</li> </ul> </li> <li>4. Die AdS/CFT-Korrespondenz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung der Korrespondenz</li> <li>• D3-Bran-Metrik nahe des Horizonts</li> <li>• Feld-Operator-Korrespondenz</li> <li>• Tests der Korrespondenz: Korrelationsfunktionen</li> <li>• Tests der Korrespondenz: Konforme Anomalie</li> <li>• Holographisches Prinzip</li> </ul> </li> <li>5. Erweiterungen auf nicht-konforme Feldtheorien <ul style="list-style-type: none"> <li>• Holographische Renormierungsgruppe</li> <li>• Holographisches C-Theorem</li> </ul> </li> <li>6. Anwendungen I: Thermo- und Hydrodynamik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenfeldtheorie bei endlicher Temperatur</li> <li>• Schwarze Löcher</li> <li>• Holographische lineare Antwort</li> <li>• Transportkoeffizienten: Scherviskosität und Leitfähigkeiten</li> </ul> </li> <li>7. Anwendungen II: Physik der kondensierten Materie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ladungsdichte und Reissner-Nordström schwarze Löcher</li> <li>• Quantenkritisches Verhalten</li> <li>• Holographische Fermionen</li> <li>• Holographische Supraleiter</li> <li>• Verschränkungsentropie</li> </ul> </li> <li>8. Anwendungen III: Elementarteilchenphysik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gravitationsdual von confinement</li> <li>• Gravitationsdual der chiralen Symmetriebrechung</li> <li>• Quark-Gluon-Plasma</li> </ul> </li> </ol>		

<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>
<p>Die Studierenden werden ein eingehendes Verständnis des Fachgebiets erwerben und einfache Tests und wesentliche Anwendungen der Dualität beherrschen.</p> <p>In Abhängigkeit der Vorkenntnisse und Interessen der Studierenden wird eine Auswahl aus den oben genannten Themen getroffen.</p> <p>Kenntnisse der Quantenmechanik und der klassischen Elektrodynamik sind Voraussetzung. Kenntnisse in Quantenfeldtheorie und der allgemeinen Relativitätstheorie sind hilfreich, aber nicht Voraussetzung.</p>
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)
<p>V (4) + R (2)</p> <p>Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch</p>
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder</p> <p>b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder</p> <p>c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder</p> <p>d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder</p> <p>e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.).</p> <p>Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen.</p> <p>Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch</p> <p>Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester</p>
<b>Platzvergabe</b>
--
<b>weitere Angaben</b>
--
<b>Arbeitsaufwand</b>
240 h
<b>Lehrturnus</b>
k. A.
<b>Bezug zur LPO I</b>
--

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Konforme Feldtheorie</b>		11-KFT-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Konformale Feldtheorie (KFT) wurde in den 1980er Jahren entwickelt, und fand unmittelbare Anwendungen in der Stringtheorie und der statistischen Mechanik. Insbesondere konnten die kritischen Exponenten und die Korrelationsfunktionen vieler zweidimensionaler Modelle (Ising, trikritischer Ising, 3-Zustand Potts, etc.) exakt berechnet werden. Die physikalische Idee ist, dass sich das Prinzip der Skalenvarianz von einer globalen auf eine lokale Invarianz erweitern lässt, die dann aus Konsistenzgründen der konformen Invarianz entspricht. Diese bringt eine reiche und faszinierende mathematische Struktur für zweidimensionale Systeme (entweder zwei Raum- oder eine Zeit- und eine Raumdimension) mit sich.</p> <p>In den folgenden Jahren wurde die KFT in vielen Bereichen der Festkörperphysik relevant. Dazu zählen die Abelsche und die nicht-Abelsche Bosonisierung, Quantenhalbzustände (die durch konforme Korrelatoren und deren Randzustände durch 1+1 dimensionale KFTen beschrieben werden), der Zwei-Kanal-Kondo-Effekt, fraktionale topologische Isolatoren, und fehlertolerante, topologische Quantencomputer (Ising und Fibonacci Anyonen verdienen beispielsweise ihre Namen den "fusions rules" der assoziierten, konformen Feldern).</p> <p>Ein potentieller Lehrplan für das erste Semester des Kurses ist:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>0. Einleitung</li> <li>1. Konforme Theorien in D Dimensionen</li> <li>2. Konforme Theorien in D=2</li> <li>3. Die zentrale Ladung und die Virasoro Algebra</li> <li>4. Kac-Determinante und Unitarität</li> </ol>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
<p>Die Studierenden erwerben praktische und konzeptionelle Vertrautheit mit den Methoden der konformen Feldtheorie. Da der Kurs nur "Quantenmechanik II" (11-QM2) voraussetzt, erwerben sie auch ein Grundverständnis der kritischen Phänomene, der Quantenfeldtheorie und der Funktionalintegrale. Der Kurs richtet sich vor allem an Studierende der theoretischen Physik, und möchten deren allgemeines Niveau durch Erlernen eines anspruchsvollen Teilgebietes mit Anwendungen in vielen Teilgebieten der Physik der kondensierten Materie anheben.</p>		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.).</p> <p>Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen.</p> <p>Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester</p>		

<b>Platzvergabe</b>
--
<b>weitere Angaben</b>
--
<b>Arbeitsaufwand</b>
180 h
<b>Lehrturnus</b>
k. A.
<b>Bezug zur LPO I</b>
--

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Konforme Feldtheorie 2</b>		11-KFT2-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
5. Minimale Modelle 6. Freie Bosonen und Fermionen 7. Freie Fermionen auf dem Torus 8. Freie Bosonen auf dem Torus		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden erwerben praktische und konzeptionelle Vertrautheit mit den Methoden der konformen Feldtheorie. Da der Kurs nur "Quantenmechanik II" (11-QM2) voraussetzt, erwerben sie auch ein Grundverständnis der kritischen Phänomene, der Quantenfeldtheorie und der Funktionalintegrale. Der Kurs richtet sich vor allem an Studierende der theoretischen Physik, und möchten deren allgemeines Niveau durch Erlernen eines anspruchsvollen Teilgebietes mit Anwendungen in vielen Teilgebieten der Physik der kondensierten Materie anheben.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Master-Thesis Mathematische Physik</b>		11-MA-MP-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
30	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	Die Zuteilung des Themas kann durch die Betreuerin oder den Betreuer vom Nachweis der erfolgreichen Teilnahme an bestimmten, für das jeweilige Thema einschlägigen, Modulen abhängig gemacht werden.
<b>Inhalte</b>		
Weitestgehend selbstständige Bearbeitung einer Aufgabe aus der Mathematischen Physik, insbesondere nach bekannten Verfahren und wissenschaftlichen Gesichtspunkten, und Erstellung der Abschlussarbeit.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden sind in der Lage, weitestgehend selbstständig eine Aufgabe aus der Mathematischen Physik insbesondere nach bekannten Verfahren und wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu bearbeiten und in einer schriftlichen Abschlussarbeit zusammenfassend zu diskutieren und darzustellen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
keine LV zugeordnet		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Master-Thesis (Gesamtumfang 750-900 Std.) Prüfungsanmeldung und Themenvergabe in Absprache mit der betreuenden Dozentin oder dem betreuenden Dozenten. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
Bearbeitungszeit: 6 Monate		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
900 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Methodenkenntnis und Projektplanung Mathematische Physik</b>		11-MP-MP-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Prüfungsausschussvorsitzende/-r		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
10	bestanden / nicht bestanden	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Einführung in die Methoden des wissenschaftlichen Arbeitens unter Einbeziehung von Methoden der Projektplanung und Anwendung auf Fragestellungen der Mathematischen Physik sowie Erstellung eines wissenschaftlichen Projektplans für die geplante Masterarbeit.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der/Die Studierende verfügt über die Kenntnisse der wissenschaftlichen Vorgehensweise und des methodischen Arbeitens unter Einbeziehung von Methoden der Projektplanung in einem aktuellen Teilgebiet der Mathematischen Physik mit besonderer Relevanz zum angestrebten Thema der Masterarbeit. Er/Sie ist in der Lage, den der Masterarbeit zugrunde liegenden Projektplan zu erstellen und die erforderlichen Arbeiten zu planen. Er/Sie verfügt über die Kompetenz, sein/ihr Projekt in einem Vortrag zusammenfassend darzustellen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
R (6) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
Vortrag (60-120 Min.) Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
300 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Magnetismus und Spinflüssigkeiten</b>		11-MSF-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Der Themenkreis des Kurses variiert von Jahr zu Jahr von magnetischer Ordnung und Spinwellentheorie zu Spinketten. Spinleitern und Spinflüssigkeiten mit topologischer Ordnung. Abhängig vom Dozenten kann der Schwerpunkt auf magnetisch geordneten Systemen oder auf Spinflüssigkeiten liegen.</p> <p>Mögliche Themen sind:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen des Magnetismus ferromagnetischer und antiferromagnetischer Austausch, Super-Exchange, Hubbard und t-j-Modelle, Heisenberg-Modell)</li> <li>2. Magnetische Ordnung (Holstein-Primakoff-Bosonen und Spinwellentheorie)</li> <li>3. Valence-Bond-Solids in Spinketten (Majumdar-Gosh und AKLT Modelle, Spinon-Confinement und die Haldane'sche Energielücke)</li> <li>4. Kritische Spin-1/2-Ketten (Spinanregungen im Haldane-Shastry-Modell, Holonanregungen im Kuramoto-Yokohama-Modell)</li> <li>5. gekoppelte Spinketten und Spinleitern</li> <li>6. Chirale Spinflüssigkeiten (Abelsch und eventuell auch nichtabelsch)</li> <li>7. Kitaev's Toric-Code-Modell (Spinon- und Vison-Anregungen)</li> <li>8. Kitaev's Honigwabengitter-Modell (nichtabelsche Statistik)</li> </ol>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für die elektronischen Ursachen des Magnetismus, für die Beschreibung von Spektren magnetisch geordneten Phasen durch Spinwellentheorie, für Spin-Ladungs-Trennung in Spinketten und für Spinflüssigkeiten als Beispiele von Systemen mit topologischer Ordnung in zwei Dimensionen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
1-Fach-Master Mathematische Physik (2016)	JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 23.10.2025 • PO-Datensatz Master (120 ECTS) Mathematische Physik - 2016	Seite 126 / 154

<b>Lehrturnus</b>
k. A.
<b>Bezug zur LPO I</b>
--

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Computational Astrophysics</b>		11-NMA-161-mo1
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Verschiedene Methoden, die in astrophysikalischen Simulationen Anwendung finden mit besonderem Augenmerk auf die Anwendung dieser Methoden. N-Body-Algorithmen (Tree- und Polynomcodes). Particle-Mesh-Methoden (Particle-in-Cell Methoden). Vlasow-Methoden (u.a. Lattice-Boltzmann). Hyperbolische Erhaltungssätze (Fluidodynamik, Finite-Differenzen, Riemann-Solver, ENO-Verfahren). Methoden des High-Performance Computing. Message-Passing Interface (MPI). GPGPU-Programmierung (OPENCL).</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
<p>Der/Die Studierende ist in der Lage, typische Probleme und Gleichungen, wie sie in der Astrophysik aber auch anderen Teilbereichen der Physik vorkommen, mit Hilfe numerischer Simulationen zu lösen. Er/Sie ist insbesondere befähigt, eine adäquate Lösungsstrategie zu wählen und ihre Ergebnisse zu validieren.</p>		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
<p>V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch</p>		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.) Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Offene Quantensysteme</b>		11-OQS-242-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Dichtematrixtheorie, Stochastische Prozesse im Hilbertraum, Nicht-Markovsche Prozesse, Relativistische Quantenprozesse		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Entwicklung eines theoretischen Verständnisses von Quantensystemen, die an ihre Umgebung koppeln		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, je ca. 30 Min.) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Physik komplexer Systeme		11-PKS-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
1. Kurze Zusammenführung der Theorie kritischer Phänomene im Gleichgewicht 2. Einführung in die Physik der Nichtgleichgewichtssysteme 3. Entropieproduktion und Fluktuationstheoreme 4. Phasenübergänge fernab vom Gleichgewicht und das Konzept der Universalität 6. Spingläser 7. Einführung in die Theorie neuronaler Netzwerke		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Ziel dieser Vorlesung ist es, die Studierenden mit einer großen Vielfalt von Konzepten und Methoden vertraut zu machen, mit denen es möglich ist, kooperative Phänomene in komplexen Vielteilchensystemen zu verstehen. Der Schwerpunkt liegt dabei unter anderem in Verständnis von Entropie und Entropieproduktion, dem Konzept der Universalität und der zentralen Bedeutung von Symmetrien. Mit der Vorlesung sollen die Studierenden auf eine Forschungstätigkeit in verschiedenen Bereichen der Physik komplexer Systeme vorbereitet werden.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (2) + R (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Quantenfeldtheorie II</b>		11-QFT2-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
1. Erzeugende Funktionale 2. Pfadintegral 3. Renormierung 4. Renormierungsgruppe 5. Eichtheorien 6. Spontane Symmetriebrechung 7. Effektive Feldtheorie (optional)		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse der Methoden und Konzepte der Quantenfeldtheorie. Sie beherrschen insbesondere die Prinzipien der Renormierung und der Eichtheorien. Sie sind in der Lage, Probleme der Quantenfeldtheorie zu formulieren und mit Hilfe der erlernten Rechenmethoden zu lösen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + R (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
240 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Quanteninformation und Quantencomputer</b>		11-QIC-161-mo1
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	11-QM2 oder 11-TFK
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
1. Kurze Zusammenfassung der klassischen Informationstheorie 2. Quantentheorie aus der Perspektive der Informationstheorie gesehen 3. Zusammengesetzte Systeme und die Schmidt-Zerlegung 4. Verschränkungsmaße 5. Quantenoperationen, POVMs und die Theoreme von Kraus und Stinespring 6. Quantengatter und Quantencomputer 7. Elemente der Dekohärenztheorie		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden überwinden in dieser Vorlesung die Lehrbuchinterpretation von Quantenzuständen als Hilbertraumvektoren und ersetzen diese durch ein umfassendes Verständnis von Dichtematrizen. Sie erlernen den sicheren Umgang mit Tensorprodukten und multipartiten Quantensystemen. Ein Schwerpunkt der Vorlesung sind die grundlegenden mathematischen Konzepte der Quanteninformationstheorie und ein Verständnis der Grenzen des Quantencomputing, die durch Dekohärenz entstehen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1)		
Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		



Modulbezeichnung		Kurzbezeichnung
Quantenmechanik II		11-QM2-161-m01
Modulverantwortung		anbietende Einrichtung
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
ECTS	Bewertungsart	zuvor bestandene Module
8	numerische Notenvergabe	--
Moduldauer	Niveau	weitere Voraussetzungen
1 Semester	grundständig	--
Inhalte		
<p>Da diese Vorlesung den Kurs "Quantenmechanik I" des Bachelor Programms fortsetzt, hängt der genaue Inhalt von den dort bereits behandelten Themen ab. Eine mögliche Aufteilung der Themen könnte sein:</p> <p>für QM I:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Historische Einführung</li> <li>2 Einteilchenzustände in einem Zentralpotential</li> <li>3 Prinzipien der Quantenmechanik</li> <li>4 Spin und Drehimpuls</li> <li>5 Näherungen für Energieeigenwerte</li> <li>6 Näherungen für zeitabhängige Probleme</li> </ol> <p>für QM II:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7 Zweite Quantisierung</li> <li>8 Potentialstreuung</li> <li>9 Allgemeine Streutheorie</li> <li>10 Der kanonische Formalismus</li> <li>11 Geladene Teilchen in elektromagnetischen Feldern</li> <li>12 Die Quantentheorie der Strahlung</li> <li>13 Quantenverschränkung</li> </ol>		
Qualifikationsziele / Kompetenzen		
Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse der fortgeschrittenen Quantenmechanik. Diese sind für die meisten im Master-Programm angebotenen Theoriekurse in Astrophysik, Teilchenphysik oder in der Physik der kondensierten Materie von großer Bedeutung. Der Kurs wird allen Studierenden mit Nachdruck empfohlen.		
Lehrveranstaltungen (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + R (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
Erfolgsüberprüfung (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder  b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder  c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder  d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder  e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.).</p> <p>Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen.</p> <p>Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch  Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester</p>		
Platzvergabe		
--		
weitere Angaben		
--		

<b>Arbeitsaufwand</b>
240 h
<b>Lehrturnus</b>
k. A.
<b>Bezug zur LPO I</b>
--

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Vielteilchenphysik (Feldtheorie)</b>		11-QVTP-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Das Thema der Vorlesung wird die Quantenphysik von Vielteilchensystemen sein, die hier mit den störungstheoretischen Methoden der Greenschen Funktionen eingeführt wird. Ein möglicher Syllabus wäre:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Greensche Einteilchenfunktion</li> <li>2. Zweite Quantisierung</li> <li>3. Störungstheorie mit Greenschen Funktionen bei Temperatur <math>T=0</math></li> <li>4. Störungstheorie für endliche Temperaturen</li> <li>5. Die Landausche Theorie der Fermi-Flüssigkeiten</li> <li>6. Supraleitung</li> <li>7. Eindimensionale Systeme und Bosonisierung</li> </ol>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
<p>Die Studierenden erlernen die störungstechnischen Methoden der (nicht-relativistischen) Quantenfeldtheorie. Diese Kenntnisse ermöglichen es Ihnen, Eigenschaften von Fermi-Flüssigkeiten (sowie bosonische Systeme) über das Einteilchenbild hinaus zu untersuchen und Phänomene wie Supraleitung oder den Kondo-Effekt zu verstehen.</p>		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + R (2)		
Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder  b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder  c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder  d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder  e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.).</p> <p>Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen.</p> <p>Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch</p> <p>Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
240 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Renormierungsgruppenmethoden in der Feldtheorie</b>		11-RMFT-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>In Ergänzung zu der Vorlesung "Renormierungsgruppe und Kritische Phänomene" (11-CRP) konzentriert sich dieser Kurs auf die diagrammatische Formulierung von Renormierungsgruppen-Flussgleichungen und deren Verknüpfung mit der diagrammatischen Störungstheorie. Für wechselwirkenden Fermie-Systeme beinhaltet dies im Besonderen die funktionale Renormierungsgruppe (FRG). Eine Themenauswahl könnte sich wie folgt darstellen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Wilsonsche Renormierungsgruppe (RG)</li> <li>2. Pfadintegrale für wechselwirkende Fermisysteme</li> <li>3. Bethe-Salpeter-Gleichung</li> <li>4. Flussgleichungen für den 1-Teilchen und den 2-Teilchen-Vertex (FRG)</li> <li>5. Vergleich mit alternativen Resummierungsschemata (wie zum Beispiel die "random phase approximation")</li> <li>6. RG Flussgleichungen für Spinsysteme.</li> </ol>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der Kurs macht die Teilnehmenden mit der diagrammbasierten Beschreibung von Vielteilchensystemen vertraut. Dies bildet die Grundlage und den theoretischen Rahmen dafür, Phänomene wie Supraleitung, Ladungs/Spin-Dichtewellen sowie nematische Instabilitäten zu untersuchen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + R (2)		
Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder  b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder  c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder  d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder  e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.)</p> <p>Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen.</p> <p>Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch</p> <p>Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
240 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Relativistische Quantenfeldtheorie</b>		11-RQFT-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
1. Symmetrien 2. Relativistische Einteilchenzustände 3. Langrangeformalismus für Felder 4. Feldquantisierung 5. Streutheorie und S-Matrix 6. Eichprinzip und Wechselwirkung 7. Störungstheorie 8. Feynman-Regeln 9. Quantenelektrodynamische Prozesse in Born-Näherung 10. Strahlungskorrekturen (optional) 11. Renormierung (optional)		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden kennen die Prinzipien und mathematischen Grundlagen von relativistischen Quantenfeldtheorien und beherrschen die Anwendung von Störungstheorie und Feynmanregeln. Sie sind in der Lage, Grundprozesse der Quantenelektrodynamik und der Elementarteilchenphysik in führenden Ordnungen quantitativ zu behandeln. Zudem verstehen sie das Konzept von Strahlungskorrekturen und der Renormierung.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + R (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
240 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		

<b>Bezug zur LPO I</b>
--

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Relativitätstheorie</b>		11-RTT-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
1. Mathematische Grundlagen 2. Differentialformen 3. Kurze Zusammenfassung der speziellen Relativitätstheorie 4. Elemente der Differentialgeometrie 5. Elektrodynamik als Beispiel einer relativistischen Eichtheorie 6. Feldgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie 7. Sternleichgewichtsmodelle 8. Einführung in die Kosmologie		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden werden mit den grundlegenden physikalischen und mathematischen Konzepten der allgemeinen Relativitätstheorie vertraut gemacht. Ein Schwerpunkt ist dabei eine moderne Formulierung mit Hilfe von Differentialformen. Außerdem wird die formale Ähnlichkeit zwischen der Elektrodynamik als Eichtheorie und der Allgemeinen Relativitätstheorie betont. Die Studierenden lernen, die Theorie auf einfache Sternleichgewichtsmodelle anzuwenden und kommen mit grundlegenden Elementen der Kosmologie in Kontakt.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1)		
Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

Modulbezeichnung		Kurzbezeichnung
<b>Schwarze Löcher</b>		11-SLQ-232-m01
Modulverantwortung		anbietende Einrichtung
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
ECTS	Bewertungsart	zuvor bestandene Module
6	numerische Notenvergabe	--
Moduldauer	Niveau	weitere Voraussetzungen
1 Semester	weiterführend	--
Inhalte		
<p>TEIL 1 - Klassische Lösungen</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vakuumlösungen der Einstein'schen Gleichung - Schwarzschild-Lösung, Birkhoff-Theorem, Eddington-Finkelstein-Koordinaten, Kruskal-Erweiterung und ewige schwarze Löcher, Penrose-Diagramm, konforme Kompaktifizierung und Carter-Penrose-Diagramm</li> <li>2. Gravitationskollaps - die Oppenheimer-Snyder-Lösung</li> <li>3. Geladene und rotierende Schwarze Löcher - Cauchy-Horizonte, Ergosphäre</li> <li>4. ADM-Formalismus - Energie und Drehimpuls</li> <li>5. Thermodynamik Schwarzer Löcher</li> </ol> <p>TEIL 2 - Astrophysikalische Beobachtung Schwarzer Löcher</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Messung von Spin und Masse</li> <li>2. Elektromagnetismus Schwarzer Löcher</li> <li>3. Gravitationswellen und ihre Messung</li> </ol> <p>TEIL 3 – Quanteneigenschaften Schwarzer Löcher</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in die QFT auf gekrümmter Raumzeit: Rindler-Raumzeit, Unruh-Effekt</li> <li>2. Herleitung der Hawking-Strahlung</li> <li>3. Hawkings ursprüngliche Formulierung des Informationsparadoxons</li> <li>4. Die "Holographie der Information" - Informationsparadoxon in AdS/CFT, die Page-Kurve und Inseln</li> <li>5. Firewall, Fuzzball, Komplementarität - mögliche Lösungen des Informationsparadoxons</li> <li>6. Wurmlöcher und das Faktorisierungsproblem.</li> </ol>		
Qualifikationsziele / Kompetenzen		
<p>Dieser Kurs hat eine Brückenfunktion zwischen den Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie (Veranstaltung GR I) und den aktiven Forschungsrichtungen auf den Gebieten der Astronomie, Astrophysik, Allgemeinen Relativitätstheorie, der Stringtheorie und der AdS-CFT-Korrespondenz.</p> <p>Es wird erwartet, dass die Studierenden nach dem Besuch dieses Kurses die Anwendungen der Allgemeinen Relativitätstheorie in Verbindung mit den Forschungsrichtungen in diesen Bereichen beherrschen. Dies biete ihnen insbesondere die Möglichkeit, eine Karriere als Forscher*in in den oben genannten Richtungen anzustreben und ihnen dabei helfen, durch Master-/Doktorarbeiten reibungslos in diesen Prozess einzusteigen.</p>		
Lehrveranstaltungen (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
<p>V (3) + R (1)</p> <p>Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch</p>		
Erfolgsüberprüfung (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder</p> <p>b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder</p> <p>c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, je ca. 30 Min.) oder</p> <p>d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder</p> <p>e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.).</p> <p>Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen.</p> <p>Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch</p>		
1-Fach-Master Mathematische Physik (2016)	JMU Würzburg • Erzeugungsdatum 23.10.2025 • PO-Datensatz Master (120 ECTS) Mathematische Physik - 2016	Seite 140 / 154



Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester
<b>Platzvergabe</b>
--
<b>weitere Angaben</b>
--
<b>Arbeitsaufwand</b>
180 h
<b>Lehrturnus</b>
k. A.
<b>Bezug zur LPO I</b>
--

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Topologische Effekte in elektronischen Systemen</b>		11-TEF-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
Die intensive, gegenwärtige Forschung auf dem Gebiet der topologischen Phasen (einschließlich topologischer Isolatoren, Supraleitern und Spinflüssigkeiten) erfordert eine kontinuierliche Anpassung des Master-Programms. Die Vorlesung zielt darauf ab, das Verständnis der Studierenden im Hinblick auf diese Forschung zu vertiefen. Die spezifische Auswahl der Themen wird mit den Dozierenden von Jahr zu Jahr variieren.		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Der Kurs wird es den Studierenden ermöglichen, sich Fachwissen über Themen von unmittelbarer Relevanz für die Forschung an der Universität Würzburg anzueignen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

Modulbezeichnung		Kurzbezeichnung
Theoretische Elementarteilchenphysik		11-TEP-161-m01
Modulverantwortung		anbietende Einrichtung
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
ECTS	Bewertungsart	zuvor bestandene Module
8	numerische Notenvergabe	--
Moduldauer	Niveau	weitere Voraussetzungen
1 Semester	weiterführend	--
Inhalte		
1. Fundamentale Teilchen und Kräfte 2. Symmetrien und Gruppen 3. Quarkmodell der Hadronen 4. Quark-Parton Modell und tiefinelastische Streuung 5. Grundlagen der Quantenfeldtheorie 6. Eichtheorien 7. Spontane Symmetriebrechung 8. Elektroschwaches Standardmodell 9. Quantenchromodynamik 10. Erweiterungen des Standardmodells		
Qualifikationsziele / Kompetenzen		
Die Studierenden kennen die mathematischen Methoden zur Beschreibung von Phänomenen der Elementarteilchenphysik. Sie verstehen den Aufbau des Standardmodells basierend auf Symmetrieprinzipien einerseits und den beobachteten Teilchen und Wechselwirkungen andererseits. Sie beherrschen Rechenmethoden zur Behandlung von einfachen Problemstellungen und Prozessen der Elementarteilchenphysik. Sie kennen die Tests und die Grenzen des Standardmodells und die Grundzüge erweiterter Theorien.		
Lehrveranstaltungen (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + R (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
Erfolgsüberprüfung (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
Platzvergabe		
--		
weitere Angaben		
--		
Arbeitsaufwand		
240 h		
Lehrturnus		
k. A.		

<b>Bezug zur LPO I</b>
--

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Theoretische Festkörperphysik		11-TFK-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Der Inhalt dieser zweisemestrigen Vorlesung wird zu einem gewissen Grad von den Dozierenden abhängen und kann Themen enthalten, die alternative auch als "Quantum Vielteilchenphysik" angeboten werden können. Ein möglicher Syllabus wäre:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bandstrukturen (Sommerfeld Theorie der Metalle, Bloch-Therem, k.p Ansatz und effektive Hamiltonoperatoren für topologische Isolatoren (TI), Bulk-Oberfläche Korrespondenz, allgemeine Eigenschaften von TIs)</li> <li>2- Elektron-Elektron Wechselwirkungen in Festkörpern (Methode der Pfadintegral für schwach wechselwirkende Fermi-Systeme, Molekularfeldtheorie, Random-Phase-Approximation (RPA), Dichtefunktionaltheorie)</li> <li>3. Anwendungen der Molekularfeldtheorie und der RPA auf magnetische Systeme</li> <li>4. Die BCS-Theorie der Supraleitung</li> </ol>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
<p>Während der zweisemestrigen Vorlesung erwerben die Studierenden ein Grundverständnis vieler Themen der Festkörperphysik, die in den klassischen Lehrbüchern behandelt werden, und vertiefen somit ihr Verständnis der zugrunde liegenden Konzepte und der zur Beschreibung zur Verfügung stehenden Methoden. Die Vorlesung baut auf die Kurse "Experimentelle Physik der kondensierten Materie" und "Quantum Mechanik" auf.</p>		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + R (2)		
Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder  b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder  c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder  d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder  e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.).</p> <p>Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen.</p> <p>Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch</p> <p>Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
240 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
Theoretische Festkörperphysik 2		11-TFK2-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Eine mögliche Fortsetzung des Syllabus des ersten Semesters (11-TFK) wäre:</p> <p>5. weitere Themen der Supraleitung (Bogoliubov-de Gennes-Gleichungen, effektive Feldtheorie, Higgs-Mechanismus im elektromagnetischen Feld)</p> <p>6. unkonventionelle Supraleiter (z.B. CUO-Supraleiter)</p> <p>7. Die Methode der Greenschen Funktionen und Feynman-Diagramme</p> <p>8. Der Kondo-Effekt (Andersons "poor mans scaling", Renormierungsgruppe)</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
<p>Während der zweisemestrigen Vorlesung erwerben die Studierenden ein Grundverständnis vieler Themen der Festkörperphysik, die in den klassischen Lehrbüchern behandelt werden, und vertiefen somit ihr Verständnis der zugrunde liegenden Konzepte und der zur Beschreibung zur Verfügung stehenden Methoden. Die Vorlesung baut auf die Kurse "Experimentelle Physik der kondensierten Materie" und "Quantum Mechanik" auf.</p>		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
<p>V (4) + R (2)</p> <p>Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch</p>		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder</p> <p>b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder</p> <p>c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder</p> <p>d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder</p> <p>e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.).</p> <p>Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen.</p> <p>Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch</p> <p>Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
240 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Topologie in der Festkörperphysik</b>		11-TFP-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Physikalischen Instituts		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
1. Geometrische Phasen in der Quantenmechanik 2. Mathematische Grundlagen der Topologie 3. Zeitumkehrsymmetrie 4. Hall Leitfähigkeit und Chernzahl 5. Volumen-Rand-Korrespondenz 6. Graphen (als topologischer Isolator) 7. Quanten Spin Hall Isolatoren 8. Z <sub>2</sub> Invarianten 9. Topologische Supraleiter		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studenten/Studentinnen werden ein theoretisches Verständnis von topologischen Konzepten in der modernen Festkörperphysik erlangen. Diese Konzepte dienen als Basis vieler Forschungsaktivitäten an der Fakultät für Physik und Astronomie der Universität Würzburg.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Topologische Ordnung</b>		11-TOPO-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Physikalischen Instituts		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Topologisch geordnete Phasen besitzen keine Ordnung im herkömmlichen Sinn (d.h., keine gebrochene Symmetrie und keinen lokalen Ordnungsparameter), sondern sind durch topologische Quantenzahlen charakterisiert. In der Vorlesung werden die allgemeinen Konzepte anhand konkreter Beispiele veranschaulicht. Mögliche Themen sind</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. fraktionelle Ladung und Statistik in Quantenhallflüssigkeiten</li> <li>2. Spin-Ladungs-Trennung in Spinketten und chirale Spinnflüssigkeiten</li> <li>3. Nicht-Abelsche Statistik von fraktionalen Anregungen</li> <li>4. Majorana-Null-Moden in p-Wellen-Supraleiter</li> <li>5. Topologische Entartungen auf Flächen mit Geschlecht <math>g \geq 1</math> (z.B. Torus-Geometrie)</li> <li>6. Spinone und Visionen in Kitaev-Modellen</li> </ol>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden erwerben ein tiefes Verständnis für topologische Ordnung in Quantenkondensaten.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder  b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder  c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder  d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder  e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.).</p> <p>Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen.</p> <p>Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch  Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		
<b>Bezug zur LPO I</b>		
--		



<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Theoretische Quantenoptik</b>		11-TQO-221-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
8	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
1. Semi-klassische Atom-Feld-Wechselwirkung 2. Wechselwirkung von Atomen mit quantisierten Lichtfeldern und das „Dressed-Atom“ Modell 3. Master-Gleichung und Theorie der offenen Systeme 4. Kohärenz- und Interferenzeffekte 5. Kohärente Licht-Propagation in resonanten atomaren Medien 6. Photonen-Statistik und -Korrelationen 7. Quantenoptik der Vielteilchen-Systeme		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
Die Studierenden machen sich mit der Wechselwirkung von Licht mit Atomen auf der mikroskopischen Ebene vertraut. Sie erlernen den sicheren Umgang mit dem Dichte-Matrix-Formalismus für Quantensysteme und die nötigen mathematischen Konzepte dafür. Ein Schwerpunkt der Vorlesung sind die Quanteneigenschaften des Lichts, Photonenstatistik und Korrelationen, sowie deren experimentelle Signatur. Ein anderer Schwerpunkt bildet die Theorie der offenen Systeme. Die Studierenden lernen die Master-Gleichung mit Lindblad--Superoperatoren kennen. Des Weiteren machen sie sich mit der Modellierung von Kohärenz- und Interferenz-Effekte in der Propagation von Licht durch atomare Medien vertraut. Ein weiteres Ziel ist das Verständnis der kollektiven Effekte in Vielteilchen-Systeme: Superradianz, Subradianz und Energie--Verschiebungen, und deren Anwendungen.		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (4) + R (2) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.). Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen. Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
240 h		
<b>Lehrturnus</b>		
k. A.		

<b>Bezug zur LPO I</b>
--

Modulbezeichnung		Kurzbezeichnung
Topologische Quantenphysik		11-TQP-161-m01
Modulverantwortung		anbietende Einrichtung
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
ECTS	Bewertungsart	zuvor bestandene Module
6	numerische Notenvergabe	--
Moduldauer	Niveau	weitere Voraussetzungen
1 Semester	weiterführend	--
Inhalte		
<p>Der Kurs richtet sich sowohl an Studierende, die eine experimentelle Master-Arbeit anstreben, als auch an Studierende, die eine theoretische Master-Arbeit anstreben. Das Ziel des Kurses ist es, topologische Supraleiter und topologische Isolatoren mit nur "Quantenmechanik II" (11-QM23) als Voraussetzung einzuführen.</p> <p>Ein möglicher Syllabus wäre:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in die Supraleitung (einschließlich der BCS-Theorie)</li> <li>2. Majorana-Fermionen und topologische Supraleiter in 1D (Kitaev Drähte)</li> <li>3. Topologische Supraleiter in zwei Dimensionen (2D) (einschließlich Majorana-Randzustände und nicht-Abelscher Statistik)</li> <li>4. Der ganzzahlige Quantenhalleffekt und Chern Isolatoren (Haldan-Modell, Jackiw-Rebbi Solitonen und Randzustände)</li> <li>5. Die Berry-Phase und Chern-Invarianten</li> <li>6. Zeitumkehrsymmetrie und topologische Isolatoren in 2D</li> <li>7. Topologische Isolatoren in 3D</li> </ol>		
Qualifikationsziele / Kompetenzen		
Die Studierenden erlernen die topologischen Konzepte in der Quantenphysik, die für die gegenwärtige Forschung in verschiedenen Gruppen der Festkörperphysik an der Universität Würzburg relevant sind.		
Lehrveranstaltungen (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
Erfolgsüberprüfung (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.).</p> <p>Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen.</p> <p>Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester</p>		
Platzvergabe		
--		
weitere Angaben		
--		
Arbeitsaufwand		
180 h		
Lehrturnus		
k. A.		

<b>Bezug zur LPO I</b>
--

<b>Modulbezeichnung</b>		<b>Kurzbezeichnung</b>
<b>Theorie der Supraleitung</b>		11-TSL-161-m01
<b>Modulverantwortung</b>		<b>anbietende Einrichtung</b>
Geschäftsführende Leitung des Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik		Fakultät für Physik und Astronomie
<b>ECTS</b>	<b>Bewertungsart</b>	<b>zuvor bestandene Module</b>
6	numerische Notenvergabe	--
<b>Moduldauer</b>	<b>Niveau</b>	<b>weitere Voraussetzungen</b>
1 Semester	weiterführend	--
<b>Inhalte</b>		
<p>Überblick über die Phänomenologie von konventioneller unkonventioneller Supraleitung. Empirische Matthi-as-Regel für Supraleitung. Rekapitulation der BCS-Theorie und kritische Analyse der Anwendbarkeit auf verschiedene Klassen von Supraleitern.</p> <p>Erweiterung der phänomenologischen Ginzburg-Landau Theorie zu einer quantenfeldtheoretischen Beschreibung mithilfe von Feynman-Diagrammen und Funktionalintegralen. Ward-Identitäten und Antwortfunktionen Goldstone-Moden, Phasenfluktuationen und Kopplung zum elektromagnetischen Feld. Interpretation des Meissner-Effekts mithilfe des Higgs-Mechanismus. Wechselwirkung von Magnetismus und konventioneller/unkonventioneller Supraleitung. Diskussion von Problemen an der Front der aktuellen Forschung und Ausblick zu Supraleitung bei Raumtemperatur.</p>		
<b>Qualifikationsziele / Kompetenzen</b>		
<p>Schwerpunkt dieser Vorlesung ist die Vermittlung des Verständnisses von unkonventioneller Supraleitung und der Wechselwirkung mit Magnetismus im aktuellen Forschungskontext. Im ersten Teil der Vorlesung wird auf die konventionelle Molekularfeldtheorie der Supraleitung (BCS-Theorie) eingegangen, welche bei Anwendung auf neue Materialklassen wie Hochtemperatursupraleiter versagt. Anschließend werden die quantenfeldtheoretischen Werkzeuge eingeführt, die notwendig sind, um die BCS-Theorie zu erweitern. Insbesondere werden dabei Meissner-Effekt und der Higgs-Mechanismus behandelt. Im letzten Teil der Vorlesung werden aktuelle Fortschritte in der Beschreibung und Analyse von unkonventionellen Supraleitern und ihre faszinierende Verbindung mit konkurrierenden magnetischen Phasen diskutiert.</p>		
<b>Lehrveranstaltungen</b> (Art, SWS, Sprache sofern nicht Deutsch)		
V (3) + R (1) Veranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch		
<b>Erfolgsüberprüfung</b> (Art, Umfang, Sprache sofern nicht Deutsch / Turnus sofern nicht semesterweise / Bonusfähigkeit sofern möglich)		
<p>a) Klausur (ca. 90-120 Min.) oder b) mündliche Einzelprüfung (ca. 30 Min.) oder c) mündliche Gruppenprüfung (2 TN, ca. 30 Min. je TN) oder d) Projektbericht (ca. 8-10 S.) oder e) Referat/Vortrag (ca. 30 Min.).</p> <p>Sofern eine Klausur als Prüfungsform festgelegt wurde, kann diese in eine mündliche Einzel- bzw. Gruppenprüfung geändert werden. Dies ist spätestens vier Wochen vor dem ursprünglich festgesetzten Klausurtermin von der Dozentin bzw. dem Dozenten anzukündigen.</p> <p>Prüfungssprache: Deutsch und/oder Englisch Prüfungsturnus: im Semester der LV und im Folgesemester</p>		
<b>Platzvergabe</b>		
--		
<b>weitere Angaben</b>		
--		
<b>Arbeitsaufwand</b>		
180 h		

<b>Lehrturnus</b>
k. A.
<b>Bezug zur LPO I</b>
--