Modulkatalog
Master of Science Mathematics
gültig ab: Wintersemester 2019/2020

BBMBWL300: Einführung in das Marketing				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	*Inhalte* - Grundlagen des Marketings, des Konsumentenverhaltens sowie der Marktforschung - Marketing-Konzeptionierungen inklusive Marketing-Ziele, Marketing-Strategien und Marketing-Instrumente Die Studierenden - erkennen die Bedeutung einer marktorientierten Unternehmensführung. - sind mit den grundlegenden Bestandteilen einer Marketing-Konzeption vertraut. sind in der Lage Marketing-Ziele, Marketing-Strategien, und Marketing-Instrumente anzuwenden. - verfügen über grundlegendes Fachwissen zu Begriffen, Konzepten, Methoden und Instrumenten des Marketing.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Klausur, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	150			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung (Vorlesung)	2	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Wirtschaftswissenschaften		

BBMBWL400: Jahresabschluss		Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul	
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Inhalte: Funktion und Gestaltung des Jahresabschlusses und Lageberichtes einschließlich der Anwendung des HGB Qualifikationsziele: - Verstehen und kritisches Reflektieren der Inhalte, insbesondere der Funktionen - Fällen von Entscheidungen unter Anwendung der einschlägigen Rechtsgrundlagen - Entwicklung von Jahresabschlüssen nach handelsrechtlichen Vorschriften	

Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Klausur, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung (Vorlesung)	2	-	-	-
Tutorium (Tutorium)	2	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:	SoSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Abschluss des Moduls BBMBWL120 wird dringend empfohlen.			
Anbietende Lehreinheit(en):	Wirtschaftswissenschaften			

BBMBWL600: Controlling, Kosten- und Leistungsrechnung			Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6	
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Die Vorlesung behandelt Kostenarten, Kostenstellen, Kostenträgerrechnung, Ist-Teilkostenrechnung sowie Plankostenrechnung mit Abweichungsanalysen. Die Studierenden - sind in der Lage, Begriff, Ziele und Aufgaben des Controllings und der Kosten-Leistungsrechnung zu erläutern und zu verstehen. - sind in der Lage, die Koordinationsfunktionen des Controllings zu erklären und zu reflektieren. - verstehen die rechentechnischen Grundlagen der Kosten- und Leistungsrechnung und können diese auf konkrete Sachverhalte anwenden. - sind in der Lage, betriebliche Entscheidungen auf Grundlage der Ergebnisse der Kosten- und Leistungsrechnung zu erklären und kritisch zu reflektieren.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Klausur, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Tutorium (Tutorium)	2	-	-	-
Vorlesung (Vorlesung)	2	Übungsaufgaben (3 Abgaben)	-	-
Häufigkeit des Angebots:	SoSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Wirtschaftswissenschaften			

BBMBWL810: Management im Digitalen Zeitalter				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Die Veranstaltung behandelt wesentliche Gebiete des Datenbasierten Managements im Digitalen Zeitalter, so z.B.klassiches und digitales Informationsmanagement, Digitale Unternehmensführung, Internetwirtschaft, Internet-of-things, Digitale Wirtschaft und Digitale Gesellschaft sowie Internet-Sicherheit. Die Studierenden - verfügen über vertieftes Fachwissen der Managementprinzipien, die heute und in Zukunft in einer datengetriebenen Wirtschaft erforderlich sind. - kennen die Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von Business Intelligence und Business Analytics und können deren Eignung im Kontext beurteilen. - können datengetriebene Managemententscheidungen analysieren und auf der Basis vorhandener Daten vorbereiten. - kennen die Herausforderungen und Gestaltungsmöglichkeiten beim Aufbau datenbasierten Managements. - sind in der Lage, wissenschaftliche Vorträge zu halten und strukturierte schriftliche Ausarbeitungen zu ausgewählten Themen anzufertigen.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 90 Minuten Mündliche Prüfung, ca. 30 Minuten Portfolioprüfung, bestehend aus einer Hausarbeit (ca. 15-20 Seiten) sowie einer dazugehörigen Präsentation der Ergebnisse mit Diskussion (ca. 20 Minuten)			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung (Vorlesung)	2	-	-	-
Übung (Übung)	2	-	1) ein Referat (ca. 15 Minuten) 2) zwei schriftliche Ausarbeitungen (je 2-5 Seiten)	-
Häufigkeit des Angebots:		SoSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Wirtschaftswissenschaften		

<table>
<tr><td colspan="3">BBMVWL420: Empirische Wirtschaftsforschung</td><td colspan="3">Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6</td></tr>
<tr><td>Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):</td><td colspan="5">Wahlpflichtmodul</td></tr>
<tr><td>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:</td><td colspan="5">Inhalte
- Analyse ökonomischer Zusammenhänge
- Schätzen, Testen und Interpretieren im einfach und multiplen linearen Regressionsmodell
- Probleme und Erweiterungen des multiplen Regressionsmodells
- Policy Evaluation

Die Studierenden
- kennen die Grundlagen der empirischen Wirtschaftsforschung und haben eine Einführung in die Ökonometrie erhalten.
- können eine empirische Analyse selbständig durchführen. Dies beinhaltet:
Thesen- und Modellbildung, Datenerhebung, -auswertung und -darstellung, Auswahl der Schätzmethode und Interpretation der Ergebnisse.
- können Schätzungen, Tests und Vorhersagen im einfachen und multiplen linearen Regressionsmodell berechnen und interpretieren.
- sind mit Erweiterungen und Problemen des multiplen Regressionsmodells vertraut.
- besitzen Grundkenntnisse der Statistiksoftware STATA.</td></tr>
<tr><td>Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):</td><td colspan="5">Klausur, 90 Minuten</td></tr>
<tr><td>Selbstlernzeit
(in Zeitstunden (h)):</td><td colspan="5">120</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Veranstaltungen (Lehrformen)</td><td rowspan="2">Kontaktzeit
(in SWS)</td><td colspan="2">Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)</td><td rowspan="2">Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)</td></tr>
<tr><td>Für den Abschluss des Moduls</td><td>Für die Zulassung zur Modulprüfung</td></tr>
<tr><td>Vorlesung/Übung (Vorlesung und Übung)</td><td>4</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Häufigkeit des Angebots:</td><td colspan="4">WiSe</td></tr>
<tr><td colspan="2">Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:</td><td colspan="4">Abschluss des Moduls BBMVWL410 wird dringend empfohlen</td></tr>
<tr><td colspan="2">Anbietende Lehreinheit(en):</td><td colspan="4">Wirtschaftswissenschaften</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="3">BIO-1.06MA: Grundlagen der allgemeinen Zoologie</td><td colspan="2">Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6</td></tr>
<tr><td>Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):</td><td colspan="4">Wahlpflichtmodul</td></tr>
<tr><td>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:</td><td colspan="4">Inhalt
Das Modul vermittelt ein Grundverständnis der organismischen Biologie. Das Modul beinhaltet zoologisches Grundwissen. In der Lehrveranstaltung der Allgemeinen Zoologie wird ein Überblick über den Bau, die Funktion, die Fortpflanzung und die Evolution von Tieren gegeben. Die Vorlesung gibt zusätzlich eine erste Einführung in die computergestützte Erhebung und Analyse von biologischen Daten. Im Seminar Allgemeinen Zoologie werden begleitend die Themen vertieft.

Qualifikationsziel
Die Studierenden
- kennen den Zusammenhang von Struktur und Funktion
- überblicken die funktionelle Organisation von Geweben, Organen und Organsystemen
- verstehen den Einsatz von genomischen Daten in der modernen Forschung.

Akademische Grundkompetenzen
Heranführen der Studierenden an die wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise; Erlernen komplexer wissenschaftlicher Sachverhalte.</td></tr>
<tr><td>Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):</td><td colspan="4">Klausur, 90 Minuten</td></tr>
<tr><td>Selbstlernzeit
(in Zeitstunden (h)):</td><td colspan="4">120</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Veranstaltungen (Lehrformen)</td><td rowspan="2">Kontaktzeit
(in SWS)</td><td colspan="2">Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)</td><td rowspan="2">Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)</td></tr>
<tr><td>Für den Abschluss des Moduls</td><td>Für die Zulassung zur Modulprüfung</td></tr>
<tr><td>Allgemeine Zoologie (Vorlesung und Seminar)</td><td>4</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Häufigkeit des Angebots:</td><td colspan="3">WiSe</td></tr>
<tr><td colspan="2">Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:</td><td colspan="3">keine</td></tr>
<tr><td colspan="2">Anbietende Lehreinheit(en):</td><td colspan="3">Biologie/Biochemie</td></tr>
</table>

BIO-1.13MA: Tierphysiologie				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalte** In der Tierphysiologie werden grundlegende Kenntnisse in der Zell-, Neuro-, Sinnes-, Hormon-, Bewegungs-, Herz/Kreislauf-, Atmungs-, Verdauungs- und Stoffwechselphysiologie von tierischen Organismen, insbesondere dem Menschen vermittelt. **Qualifikationsziele** Die Studierenden - haben ein Grundverständnis der Physiologie tierischer und pflanzlicher Organismen - überblicken moderne Methoden der Physiologie, insbesondere der quantifizierenden Verfahren. **Akademische Grundkompetenzen** Heranführen der Studierenden an die wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise; Erlernen komplexer wissenschaftliche Sachverhalte.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Klausur, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	135			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Tierphysiologie (Vorlesung)	3	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Biologie/Biochemie		

BIO-B-KM1: State of the Art in Biochemistry and Molecular Biology	Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalte:** Grundlagenwissen aus den Bereichen Biochemie, Biotechnologie, Molekularbiologie, Genetik, Zellbiologie und Physiologie am Beispiel eukaryotischer und prokaryotischer Modellorganismen mit inhaltlichem Schwerpunkt in den Arbeitsgebieten der einzelnen beteiligten Professuren. **Qualifikationsziele:** *1. Fachkompetenzen* - Die Studierenden verfügen über grundlegendes Wissen in ausgewählten Gebieten der Biochemie, einschließlich geeigneter experimenteller Ansätze zur Lösung von Forschungsproblemen. - Die Studierenden verfügen über grundlegendes Wissen in ausgewählten Gebieten der Molekularbiologie und Genetik, einschließlich geeigneter experimenteller Ansätze zur Lösung von Forschungsproblemen - Die Studierenden verfügen über grundlegendes Wissen in ausgewählten Gebieten der Zellbiologie und Physiologie von Tieren und Pflanzen, einschließlich geeigneter experimenteller Ansätze zur Lösung von Forschungsproblemen. *2. Methodenkompetenzen* Die Studierenden lernen den Umgang mit englischsprachiger Fachliteratur und Fachbüchern. *3. Handlungskompetenzen (gesellschaftsrelevante und strategische Kompetenzen)* Die Studierenden lernen das Formulieren von Fragen nach wissenschaftlichen Fachvorträgen auch in englischer Sprache.
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Klausur, 120 Minuten
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	90

Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Ringvorlesungen zu Molecular life sciences (Vorlesung)	3 x 2	-	-	-

Häufigkeit des Angebots:	WiSe
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine Für Master of Science Bioinformatics vom WiSe 2018/19 gilt abweichend folgendes: Auflage nach § 3 Zulassungsordnung Bioinformatics
Anbietende Lehreinheit(en):	Biologie/Biochemie

BIO-MBIB04: Molecular, structural and evolutionary biology	Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalt** Die Studierenden erwerben Grundwissen aus folgenden Gebieten: generelle Prinzipien der Generegulation (einschließlich Transkriptionsfaktoren, Promotoren, Enhancern, Silencern, des DNA-Bindens), spezielle Prinzipien der Gen-Regulation in Prokaryoten (Operon Konzept, Lac-Operon, Katabolit-Repression, Glucose-Repression, cAMP, regulierende Elemente), und Eukaryotes (spezielle Transkriptions-Faktoren und nukleäre Hormon-Rezeptoren), Splicing und Prozessieren von RNA, aktuelle Techniken der molekularen Biotechnologie und der Genomforschung (Reporter-Gene, Detektion von DNA-Protein Interaktionen, DNA-Sequenzierung, Genklonierung) sowie Retroviren. Desweiteren werden historische Entwicklungen der synthetischen Evolutionstheorie als auch fundamentaler evolutionärer Mechanismen vorgestellt. Micro- und macroevolutionäre Prozesse werden erläutert und an Beispielen illustriert. In diesem Zusammenhang werden Interaktionen zwischen Genotyp und Phänotyp und molekulare evolutionäre diskutiert. Weiterhin erwerben die Studierenden Wissen über die Prinzipien der Polypeptid-Struktur, the drei-dimensionaler Strukturen, Stabilität und Funktion von Proteinen, Proteinstruktur- Datenbanken sowie Techniken und Programme zur Visualisierung und Analyse von drei-dimensionalen Proteinstrukturen. **Qualifikationsziele** - **Berufliche Kompetenzen** Erwerb von Wissen aus der molekularen, strukturellen und evolutionären Biologie. - **Methodische Kompetenzen** Die Studierenden erlernen grundlegende Methoden zur Messung verschiedener molekularer Prozesse. - **Praktische Kompetenzen** Die Studierenden erwerben die Fähigkeit grundlegende Messungen molekularer Prozesse durchzuführen.
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Mündliche Prüfung, 20 Minuten
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120

Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung (Vorlesung)	4	-	-	-

Häufigkeit des Angebots:	SoSe
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine Für Master of Science Bioinformatics vom WiSe 2018/19 gilt abweichend folgendes: Auflage nach § 3 Zulassungsordnung Bioinformatics
Anbietende Lehreinheit(en):	Biologie/Biochemie

BIO-MBIP01: Algorithmic and Mathematical Bioinformatics				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalt** In dem Modul werden grundlegende Techniken des Designs und der Analyse effizienter Algorithmen behandelt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Vermittlung von Methoden mit direkter Anwendbarkeit auf bioinformatische und systembiologische Fragestellungen. Folgende Themen werden behandelt: Suchbäume, “Greedy”-Algorithmen, Dynamische Programmierung sowie “Divide and Conquer” Strategien. Das Modul beinhaltet des weiteren grundlegende Graph-theoretische Algorithmen und eine Einführung in die lineare Programmierung. Die Studierenden erlernen Techniken des Designs von Algorithmen und werden deren Korrektheit und Komplexität untersuchen. Zur Anwendung kommen zu diesem Zweck mathematische Beweisverfahren. **Qualifikationsziele** - **Berufliche Kompetenzen** Die Studierenden erlernen das Design und die Analyse von Algorithmen mit Bezügen zu Bioinformatik und Systembiologie. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Techniken zur Bestimmung algorithmischer Korrektheit und Komplexität. Die Studierenden erlernen ebenfalls die Vermittlung von Algorithmen durch Darstellung in Pseudocode. - **Methodische Kompetenzen** Aneignung von Techniken für die Erstellung von Computer-Lösungen im Bereich von Bioinformatik und Systembiologie. - **Praktische Kompetenzen** Die Studierenden erwerben Fähigkeiten zur Präsentation von Algorithmen in Pseudocode. Die Implementierung bestimmter Algorithmen in einer Programmiersprache der eigenen Wahl wird gefördert. Die Studierenden bereiten des weiteren eine Präsentation zu einem bestimmten Problem und eines Algorithmus zu dessen Lösung vor. Sie erläutern dessen Komplexität hinsichtlich Zeit- und Speicherbedarf.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Mündliche Prüfung, 40 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung (Vorlesung)	2	-	Übungsaufgaben (50%) und Quiz (50%)	-
Übung (Übung)	2	Präsentation (10 Minuten)	-	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Biologie/Biochemie		

BIO-MBIP04: Analysis of Cellular Networks	Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalt** Das Modul befasst sich mit graphentheoretischen Ansätzen zur Analyse großer Mengen biologischer Daten. Der Schwerpunkt liegt auf netzwerkwissenschaftlichen Algorithmen für die Analyse, den Vergleich und die Charakterisierung von genregulatorischen Pfaden, Protein-Protein-Interaktionen und metabolischen Netzwerken. Techniken zur Integration von Transkriptom-, Proteom- und Metabolomdaten mit zellulären Netzwerken werden ebenfalls diskutiert. Graphentheoretische Methoden zum Clustering, zum Vergleich und zur Motivsuche in biologischen Netzwerken werden behandelt und zur Beantwortung systembiologischer Fragestellungen, die für biotechnologische und medizinische Anwendungen relevant sind, eingesetzt. Darüber hinaus werden Verbindungen zum maschinellen Lernen mit Netzwerken hervorgehoben. **Qualifikationsziele** - **Berufliche Kompetenzen** Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Analyse von Hochdurchsatzdaten mit Methodiken von Netzwerk-Verfahren. - **Methodische Kompetenzen** Die Studierenden sind zur Anwendung von fortgeschrittenen Clusterverfahren, der Generation von Netzwerk-Modellen aus Hochdurchsatzdaten und zur topologischen und statistischen Analyse von Netzwerken befähigt. - **Praktische Kompetenzen** Fähigkeit zur Anwendung der erlernten Methoden auf experimentelle Daten.
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Klausur, 90 Minuten, bestehend aus theoretischem und praktischem Anteil
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120

Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung (Vorlesung)	2	-	Quiz (50%)	-
Übung (Übung)	2	-	Übungsaufgaben (50%)	-

Häufigkeit des Angebots:	SoSe
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Empfohlen: BIO-MBIB01, BIO-B-KM1 Für Master of Science Computational Science vom WiSe 2019/20 gilt abweichend folgendes: Empfohlen sind Grundkenntnisse des Programmierens sowie BIO-BM1.08
Anbietende Lehreinheit(en):	Biologie/Biochemie

BIO-MBIP06: Constraint-based Modeling of Cellular Networks				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalt** Das Modul vermittelt Grundlagen informatorischer Ansätze beim constraint-basierenden Modellieren. Einführungen in das lineare, quadratische und Integer basierte Programmieren sowie das Bilevel-Programmieren werden angeboten. Methodiken des Constraint-basierten Modellierens beinhalten Flux-Balance-Analysen und ihre dynamischen Erweiterungen sowie Ansätze des Design-Strategien des metabolischen Engineerings. Alle Verfahren werden illustriert und angewendet mittels konkreter Beispiele metabolischer Netztwerke. Konzepte von Flux und Konzentrations-Kopplungen und ihre Beziehungen zu elementaren Flux-Modi werden hervorgehoben. Ansätze für die Vorhersage von Phänotypen in Mutanten werden ebenfalls vorgestellt und kritisch mit Hinsicht auf die Einzigartigkeit von Lösungen diskutiert. **Qualifikationsziele** - **Berufliche Kompetenzen** Ein tiefes Verständnis metabolischer Netzwerke und ihrer Manipulationsmöglichkeiten um ein gewünschtes Verhalten zu erreichen – z.B. die Produktion einer gewünschten Verbindung wird vermittelt. Beziehungen zum Modellieren von anderen zellulären Netzwerken im Constraint-basierten Modellieren werden ebenfalls hergestellt. - **Methodische Kompetenzen** Benutzung der Software-Tools MATLAB, Python oder R um Flux-Zustände zellulärer Systeme vorherzusagen und diese mit experimentellen Szenarien zu vergleichen. - **Praktische Kompetenzen** Computer-Analyse biologischer Netzwerke, Demonstration der Robustheit von Vorhersagen sowie Integration existierenden Wissens von Sequenzen und Ontologien mit den Ergebnissen des Constraint-basierenden Modellierens.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Klausur, 90 Minuten, bestehend aus theoretischem und praktischem Anteil			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung (Vorlesung)	2	-	Übungsaufgaben (50%) und Quiz (50%)	-
Übung (Übung)	2	Präsentation (10 Minuten)	-	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Biologie/Biochemie			

<table>
<tr><th colspan="3">BIO-MBIW01: Data Integration in Cellular Networks</th><th>Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6</th></tr>
<tr><td>Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):</td><td colspan="3">Wahlpflichtmodul</td></tr>
<tr><td>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:</td><td colspan="3">Inhalt
Das Modul vermittelt Ansätze zur Integration von Hochdurchsatzdaten zum Modellieren zellulärer Netzwerke. Es werden Methoden der Context-spezifischen Netzwerk-Extraktion behandelt – durch die Benutzung von Transkriptom-, Proteom und Metaboleom-Daten, und für die Analyse der Spezifität der resultierenden Vorhersagen. Desweiteren werden Methoden welche die Kinetik von Fluxen, die Integration metabolischer Daten, das Schätzen kinetischer Parameter und die Berücksichtigung thermodynamischer Nebenbedingungen vertieft behandelt. Weiterhin werden schwerpunktmäßig klassische und moderne Techniken der Flux-Schätzung behandelt. Abschließend werden Ansätze zur Integration metabolischer mit Signal- und gene-regulatorischen Netzwerken präsentiert und deren Validität bei realen Datensätzen überprüft.

Qualifikationsziele
- Berufliche Kompetenzen
Verständnis von Relevanz und Korrektheit von Flux-Bestimmungen durch Integration verschiedener Daten-Quellen in großen zellulären Netzwerken.
- Methodische Kompetenzen
Methoden zur Integration von Daten in Modellen biochemischer Reaktionen um Fluxe und kinetische Parameter zu bestimmen werden zur Beantwortung systembiologischer Fragestellungen angewendet.
- Praktische Kompetenzen
Implementierung der in den Vorlesungen vorgestellten Methoden in MATLAB, Python oder R.</td></tr>
<tr><td>Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):</td><td colspan="3">Klausur, 90 Minuten, bestehend aus theoretischem und praktischem Anteil</td></tr>
<tr><td>Selbstlernzeit
(in Zeitstunden (h)):</td><td colspan="3">120</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Veranstaltungen (Lehrformen)</td><td rowspan="2">Kontaktzeit
(in SWS)</td><td colspan="2">Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)</td><td rowspan="2">Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)</td></tr>
<tr><td>Für den Abschluss des Moduls</td><td>Für die Zulassung zur Modulprüfung</td></tr>
<tr><td>Vorlesung (Vorlesung)</td><td>2</td><td>Präsentation (15 Minuten)</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Übung (Übung)</td><td>2</td><td>-</td><td>Übungsaufgaben (50%)</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Häufigkeit des Angebots:</td><td colspan="2">SoSe</td></tr>
<tr><td colspan="2">Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:</td><td colspan="2">keine</td></tr>
<tr><td colspan="2">Anbietende Lehreinheit(en):</td><td colspan="2">Biologie/Biochemie</td></tr>
</table>

BIO-MBIW02: Bioinformatics Advances				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalt** Das Modul behandelt Themen im Zusammenhang mit der Entwicklung und Anwendung fortgeschrittener Ansätze des maschinellen/Deep-Learnings mit heterogenen Datensätzen aus molekularen Profiling-/Phänotypisierungstechnologien. Zu den Anwendungen gehören die Rekonstruktion von zellulären Netzwerken aus Momentaufnahmen und zeitaufgelösten Datensätzen sowie die Vorhersage von Beziehungen und Eigenschaften molekularer Komponenten. Einblicke in die jüngsten Fortschritte der Bioinformatik werden durch Diskussion und Replikation veröffentlichter Fallstudien gewonnen. **Qualifikationsziele** *Fachliche Kompetenzen* Vertieftes Verständnis der mathematischen Grundlagen von Ansätzen des maschinellen / tiefen Lernens und ihrer Anwendungen zur Lösung verschiedener bioinformatischer Probleme. *Methodische Kompetenzen* Ansätze des maschinellen / tiefen Lernens, um Beziehungen zwischen Netzwerkstruktur, Phänotypen und biologischen Funktionen herzustellen. *Praktische Kompetenzen* Vertiefung der Programmierkenntnisse zur Bewältigung diverser bioinformatischer Probleme.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Mündliche Prüfung, 20 Minuten Klausur, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung und Übung (Vorlesung und Übung)	2V + 2Ü	-	Übungsaufgaben (50%) und Quiz (50%)	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Biologie/Biochemie			

<table>
<tr><td colspan="3">BIO-MBIW06: Machine learning in bioinformatics</td><td colspan="2">Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6</td></tr>
<tr><td>Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):</td><td colspan="4">Wahlpflichtmodul</td></tr>
<tr><td>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:</td><td colspan="4">Inhalt
Im Modul werden grundlegende und fortgeschrittene Methoden der Datenpräparation und des Clusters sowie der Regression für die Vorhersage durch Regression und Klassifikation mit Fallbeispielen aus den Lebenswissenschaften behandelt. Elemente des “Deep-Learning” und “Big-data” werden in diesem Zusammenhang untersucht.. Cross-Validierungs-Techniken sowie Verfahren wie “Goodness-of-fit” werden ebenfalls eingeführt und ihre Verwendung bei der Parameter-Selektion werden vorgestellt.

Qualifikationsziele
- Berufliche Kompetenzen
Ein vertieftes Verständnis der mathematischen und theoretischen Grundlagen von maschinellen Lernverfahren.
- Methodische Kompetenzen
Die Studierenden erlernen mathematische Methoden die zur Vorhersage in einer Vielzahl von Anwendungen des maschinellen Lernens verwendet werden.
- Praktische Kompetenzen
Stärkung der Anwendung von R und anderen Programmier-Umgebungen für das maschinelle Lernen in der Bioinformatik.</td></tr>
<tr><td>Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):</td><td colspan="4">Klausur, 90 Minuten, bestehend aus theoretischem und praktischem Anteil</td></tr>
<tr><td>Selbstlernzeit
(in Zeitstunden (h)):</td><td colspan="4">120</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Veranstaltungen (Lehrformen)</td><td rowspan="2">Kontaktzeit
(in SWS)</td><td colspan="2">Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)</td><td rowspan="2">Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)</td></tr>
<tr><td>Für den Abschluss des Moduls</td><td>Für die Zulassung zur Modulprüfung</td></tr>
<tr><td>Vorlesung und Übung (Vorlesung und Übung)</td><td>2V + 2Ü</td><td>-</td><td>Übungsaufgaben (50%) und Quiz (50%)</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Häufigkeit des Angebots:</td><td colspan="3">SoSe</td></tr>
<tr><td colspan="2">Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:</td><td colspan="3">keine</td></tr>
<tr><td colspan="2">Anbietende Lehreinheit(en):</td><td colspan="3">Biologie/Biochemie</td></tr>
</table>

BVMVWL111: Public Economics				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	*Inhalte* - Grundlagen der Besteuerung - Wohlfahrtskosten, Steuern und Verteilung - Ökonomische Wirkung von Steuern - Staatsverschuldung Die Studierenden - sind in der Lage, grundlegende ökonomische Theorien öffentlicher Einnahmen anzuwenden. - können Wohlfahrts- und Verteilungswirkungen von Steuern bestimmen. - verstehen die ökonomischen Wirkungen von Staatsschulden.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Klausur, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Übung (Übung)	2	-	-	-
Vorlesung (Vorlesung)	2	-	3-4 Hausaufgaben (je 2-3 Seiten) mit Übungsaufgaben	-
Häufigkeit des Angebots:	SoSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Abschluss der Module BBMVWL110, BBMVWL210, BBMVWL220, BBMVWL310 und BBMVWL320 wird dringend empfohlen			
Anbietende Lehreinheit(en):	Wirtschaftswissenschaften			

BVMVWL112: Staat und Allokation	Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	*Inhalte* - Wohlfahrtsökonomie und Marktversagen - Öffentliche Güter und externe Effekte - Kosten-Nutzen-Analyse - Kollektive Entscheidungen Die Studierenden - verstehen die Funktionsweise von Märkten. - können verschiedene Formen von Marktversagen erkennen und geeignete Politikmaßnahmen analysieren. - wissen um die Funktionsweise und politische Motivation von Staatseingriffen.

Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Klausur, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Übung (Übung)	2	-	-	-
Vorlesung (Vorlesung)	2	-	3-4 Hausaufgaben (je 2-3 Seiten) mit Übungsaufgaben	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Abschluss der Module BBMVWL110, BBMVWL210, BBMVWL220, BBMVWL310 und BBMVWL320 wird dringend empfohlen			
Anbietende Lehreinheit(en):	Wirtschaftswissenschaften			

BVMVWL211: Internationale Wirtschaftspolitik	Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	*Inhalte* - Einführung in die internationale Wirtschaftspolitik und Handel - Welthandel: Entwicklungen und Übersicht - Ricardian Model - Einkommensverteilungen und spezifische Faktoren - Heckscher-Ohlin Model - Standard-Trade Model - Handelspolitiken - Diskussion von empirischen Studien zu Globalisierung und Handel Die Studierenden - erhalten einen Überblick über die Geschichte des Außenhandels¸ - können die verschiedenen Doktrinen der Außenwirtschaft in ihren jeweiligen historischen Kontext einordnen, - verstehen den Unterschied zwischen einer positiven und einer handlungsleitenden, normativen Theorie der Außenwirtschaft, - verstehen die Systematik der Außenwirtschaftstheorie, insbesondere die Unterscheidung zwischen der realgüterwirtschaftlichen (reinen) und der monetären Außenwirtschaftstheorie, - verfügen über Grundlagenkenntnisse der wichtigsten außenwirtschaftstheoretischen Konzepte, - lernen die Argumente, die für und gegen den Freihandel sprechen, kennen.
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Klausur, 90 Minuten
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120

Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung/Übung (Vorlesung und Übung)	4	-	-	-

Häufigkeit des Angebots:	SoSe
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Abschluss der Module BBMVWL110, BBMVWL210, BBMVWL220, BBMVWL310 und BBMVWL320 wird dringend empfohlen
Anbietende Lehreinheit(en):	Wirtschaftswissenschaften

BVMVWL212: Internationale Wirtschaftspolitik II	Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	*Inhalt* - Ökonomie der Skalen und Spezialisierung - Firmen in einer globalen Ökonomie: Exportentscheidungen, Outsourcing und multinationale Unternehmen - Politische Ökonomie des Handels - Optimale Währungsgebiete und der Euro - Entwicklungsökonomie Die Studierenden - erhalten einen Überblick über die Instrumente der Außenwirtschaftspolitik, - verfügen über Grundlagenkenntnisse der wichtigsten außen-wirtschaftspolitischen Konzepte und Strategien, - können die Wohlfahrtswirkungen der verschiedenen Instrumente und Strategien beurteilen, - lernen die wichtigsten Institutionen der Weltwirtschaft (z.B. IMF, WTO) kennen
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Klausur, 90 Minuten
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120

Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung/Übung (Vorlesung und Übung)	4	-	-	-

Häufigkeit des Angebots:	WiSe
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Abschluss der Module BBMVWL110, BBMVWL210, BBMVWL220, BBMVWL310 und BBMVWL320 wird dringend empfohlen
Anbietende Lehreinheit(en):	Wirtschaftswissenschaften

BVMVWL311: Wettbewerbstheorie und -politik				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	*Inhalte* - wohlfahrtsökonomische Implikationen verschiedener Marktformen - Monopol - Oligopol - Instrumente der Wettbewerbspolitik Die Studierenden - verstehen, wie Märkte funktionieren und funktionieren sollten, - verstehen, was für einen funktionierenden Wettbewerb erforderlich ist, - lernen die unterschiedlichen Marktstrukturformen kennen, - können die Wirkung wettbewerbspolitischer Maßnahmen beurteilen			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Klausur, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung/Übung (Vorlesung und Übung)	4	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:	SoSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Abschluss der Module BBMVWL210 und BBMVWL220 wird dringend empfohlen.			
Anbietende Lehreinheit(en):	Wirtschaftswissenschaften			

BVMVWL312: Wirtschaftspolitik		Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul	
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	*Inhalte* - Grundbegriffe der Wirtschaftspolitik - Verteilungsgerechtigkeit: Theorie und Empirie - Marktversagen - Spezielle Teilbereiche der Wirtschaftspolitik, insbesondere Sozialpolitik, Arbeitsmarktpolitik, Wohnungsmarktpolitik Die Studierenden - vertiefen ihr Verständnis möglicher Gründe für staatliches Eingreifen durch Wirtschaftspolitik - bekommen einen Überblick über die Teilbereiche der Wirtschaftspolitik - erwerben detailliertere Kenntnisse über einzelne Bereiche der Wirtschaftspolitik wie zB der Arbeitsmarktpolitik, der Sozialpolitik oder der Wohnungspolitik.	

Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Klausur, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung/Übung (Vorlesung und Übung)	4	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Abschluss der Module BBMVWL110, BBMVWL210, BBMVWL220, BBMVWL310 und BBMVWL320 wird dringend empfohlen		
Anbietende Lehreinheit(en):		Wirtschaftswissenschaften		

CSE-MA-011: Mathematical Modelling in Neurocognitive Psychology			Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9	
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Qualifikationsziele: Die Studierenden haben breite und fundierte Kenntnisse in den Methoden der mathematischen Modellierung neurokognitiver Prozesse und Systeme. Sie können sich auf dieser Grundlage die aktuelle Literatur zu neurokognitiven Modellen in der Psychologie und den Neurowissenschaften selbstständig erarbeiten und kritisch einordnen. Die Studierenden können für konkrete Problemstellungen in der mathematischen Beschreibung kognitiver Systeme die geeigneten Methoden auswählen und einsetzen. Die Studierenden können aus neurokognitiven Modellen experimentelle Vorhersagen ableiten und mittels mathematischer Modelle quantifizieren. Inhalte: Das Modul behandelt in der Vorlesung die wichtigsten mathematische Ansätze zur Modellierung neurokognitiver Prozesse und Systeme, wobei der Fokus auf stochastischen Prozessen (z.B. Random-Walk-Modelle) und dynamischen Systemen (z.B. diskrete Abbildungen oder Systeme gewöhnlicher Differentialgleichungen) liegt. Im Seminar werden die Implementierung der Modelle auf dem Computer und die damit verbundenen Problemstellungen erarbeitet.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) finden Sie nachfolgend			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	225			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Seminar (Seminar)	2	-	-	-

Vorlesung (Vorlesung)	2	-	-	Klausur (90 Minuten)
Häufigkeit des Angebots:		WiSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Abschluss des Moduls CSE-MA-002 Angewandte Mathematik oder gute Kenntnisse in Calculus und linearer Algebra werden dringend empfohlen.		
Anbietende Lehreinheit(en):		Psychologie		

CSE-MA-012: Neuroscience of Embodied Cognition				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Qualifikationsziele: Die Studierenden haben fundierte Kenntnisse der neurowissenschaftlichen Grundlagen und der experimentellen Methoden von *Embodied Cognition*. Die Studierenden sind in der Lage, sich anhand der Literatur in den kognitiven Neurowissenschaften aktuelle Fragestellungen zu erarbeiten und die publizierten Forschungsergebnisse kritisch zu hinterfragen. Für die Überprüfung theoretisch abgeleiteter Hypothesen können die Studierenden die passenden neurowissenschaftlichen Methoden wählen. Inhalte: Die Vorlesung bietet einen umfassenden Überblick über das interdisziplinäre Gebiet der kognitiven Neurowissenschaften unter Betrachtung ausgewählter Themenbereiche aus unterschiedlichen Blickwinkeln (z.B. Vor- und Nachteile verschiedener bildgebender Verfahren verstehen und begründen können; Auswertestrategie vergleichend bewerten können). Ein weiterer inhaltlicher Schwerpunkt liegt auf der Veranschaulichung und Diskussion aktueller Forschungsfragen. Das begleitende Seminar dient dazu, mit den Studierenden zentrale Konzepte der Vorlesung aus der Originalliteratur zu erarbeiten und gleichzeitig im interdisziplinären Diskurs den Studierenden unterschiedlicher Bachelorstudiengängen die Integration der spezifischen Teilgebiete in den Kognitionswissenschaften zu vermitteln			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) finden Sie nachfolgend			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	225			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Seminar (Seminar)	2	1 Referat (45 Minuten) und schriftliche Hausarbeit (5.000 Wörter)	-	-
Vorlesung (Vorlesung)	2	3 schriftliche Zusammenfassungen besprochener Studien (je 1.000 Wörter)	-	Klausur (90 Minuten)

Häufigkeit des Angebots:	SoSe
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine
Anbietende Lehreinheit(en):	Psychologie

CSE-MA-013: Advanced Methods: Experimental Programming				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Qualifikationsziele: Die Studierenden erwerben breite und fundierte Kenntnisse in experimentalpsychologischen und psychophysikalischen Methoden, insbesondere in der computergestützten Implementation experimenteller Designs mit Programmiersprachen wie Matlab/Psychophysics Toolbox oder Python. Zeitgesteuerte Stimuluspräsentation, Reaktionsmessung und Grundlagen der Präsentation animierter Stimuli werden beherrscht. Die Studierenden können auf dieser Grundlage eigenständig Experimente planen und in eine Experimentalsteuerung umsetzen. Die Studierenden beherrschen Grundkenntnisse einer Programmiersprache, Methoden der Reaktionszeit- und Fehlermessung sowie klassische und adaptive psychophysische Verfahren. Inhalte: Planung und Konstruktion einer experimentellen Versuchssteuerung; Implementierung mittels geeigneter Programmiersprachen; Strukturierung und Bewertung experimenteller Designs und Identifikation der Vor- und Nachteile.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) finden Sie nachfolgend			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	135			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Seminar oder Übung (Seminar oder Übung)	2	-	-	1-stündige Projekt-Präsentation
Häufigkeit des Angebots:		SoSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Psychologie		

<table>
<tr><th colspan="3">CSE-MA-014: Advanced Methods: Multivariate Statistics</th><th>Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9</th></tr>
<tr><td>Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):</td><td colspan="3">Wahlpflichtmodul</td></tr>
<tr><td>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:</td><td colspan="3">Qualifikationsziele: Die Studierenden können die statistische Analyse von experimentellen Daten selbstständig und angemessen durchführen, um wissenschaftliche Hypothesen zu prüfen. Sie haben einen fundierten Überblick über multivariate statistische Verfahren.

Inhalte: Kenntnis des Allgemeinen Linearen Modells und darauf aufbauender Verfahren.
Aufbereitung von Rohdaten für die Visualisierung und statistische Analyse sowie die statistische Beurteilung theoretisch abgeleiteter Hypothesen.
Vermittlung der entsprechenden Kenntnisse durch die angeleitete Auswertung von Beispiel-Datensätzen und die Besprechung von Fallstudien, auch unter Hinzuziehung aktueller Literatur.</td></tr>
<tr><td>Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):</td><td colspan="3" rowspan="2">Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) finden Sie nachfolgend</td></tr>
<tr><td>Selbstlernzeit
(in Zeitstunden (h)):</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Veranstaltungen (Lehrformen)</td><td rowspan="2">Kontaktzeit
(in SWS)</td><td colspan="2">Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)</td><td rowspan="2">Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)</td></tr>
<tr><td>Für den Abschluss des Moduls</td><td>Für die Zulassung zur Modulprüfung</td></tr>
<tr><td>Introduction to statistical data analysis (Seminar)</td><td>2</td><td>Erfüllung von 80% der gestellten Hausaufgaben</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Advanced data analysis (Seminar)</td><td>2</td><td>Erfüllung von 80% der gestellten Hausaufgaben</td><td>-</td><td>Klausur (120 Minuten)</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Häufigkeit des Angebots:</td><td colspan="2">WiSe (Introduction to statistical data analysis) und SoSe (Advanced data analysis)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:</td><td colspan="2">keine</td></tr>
<tr><td colspan="2">Anbietende Lehreinheit(en):</td><td colspan="2">Linguistik</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">CSE-MA-020: Developmental Science and Embodiment</th><th>Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6</th></tr>
<tr><td>Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):</td><td colspan="2">Wahlpflichtmodul</td></tr>
<tr><td>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:</td><td colspan="2">Qualifikationsziele: Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse über aktuelle Fragestellungen aus der Entwicklungspsychologie und der Konzepterwerbsforschung, auch aus der Perspektive des verkörperten Wissens. Die Studierenden sind der Lagen, einschlägige Theorien in Beziehung zu stellen und kritisch zu hinterfragen. Sie können praxisrelevante Probleme identifizieren und lösen.
Inhalte: Seminare zur Entwicklungspsychologie und zum Wissenserwerb und verwandte Themen sowie der Rolle des Körpers und der Handlungsplanung in der Kognition über die Lebensspanne.</td></tr>
<tr><td>Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):</td><td colspan="2">Eine Prüfung der folgenden Formen:
Mündliche Prüfung, 30 Minuten
Vortrag mit schriftlicher Ausarbeitung, 60 Minuten und 20 Seiten</td></tr>
</table>

Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	135			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Seminar (Seminar)	2	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Psychologie		

CSE-MA-021: Language and Development				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Qualifikationsziele: Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über aktuelle Fragestellungen aus der Spracherwerbsforschung unter Berücksichtigung der Rolle sensorischer und motorischer Prozesse beim Wissenserwerb. Die Studierenden sind der Lagen, einschlägige Theorien in Beziehung zu stellen und kritisch zu hinterfragen. Sie können praxisrelevante Probleme identifizieren und lösen. Inhalte: Seminare zum Spracherwerb und verwandte Themen des Wissenserwerbs mit Berücksichtigung senso-motorischer Aspekte.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Mündliche Prüfung, 30 Minuten Vortrag mit schriftlicher Ausarbeitung, 60 Minuten und 20 Seiten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	135			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Seminar (Seminar)	2	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:		SoSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Linguistik		

CSE-MA-022: Cognitive and Sensorimotor Development				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Qualifikationsziele: Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse über aktuelle Fragestellungen aus der Entwicklungspsychologie und der Spracherwerbsforschung. Die Studierenden sind in der Lage, einschlägige Theorien in Beziehung zu stellen und kritisch zu hinterfragen. Sie können praxisrelevante Probleme identifizieren und lösen. Inhalte: Seminare zur Entwicklungspsychologie, zum Spracherwerb und zu verwandten Themen der kognitiven Entwicklung mit Berücksichtigung sensomotorischer Komponenten.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Mündliche Prüfung, 30 Minuten Vortrag mit schriftlicher Ausarbeitung, 60 Minuten und 20 Seiten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	135			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Seminar (Seminar)	2	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:	SoSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Psychologie (50%) Linguistik (50%)			

CSE-MA-030: Neurolinguistics Perspectives		Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul	
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Qualifikationsziele: Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse über aktuelle Fragestellungen aus den Neurowissenschaften, der Neuropsychologie und der Neurolinguistik. Sie können einschlägige Theorien vergleichen und kritisch analysieren. Die Studierenden sind in der Lage, neurowissenschaftliche Methoden oder Modelle in Bezug auf ein spezifisches Problem der aktuellen Forschung in geeigneter Weise anzuwenden, abzuändern oder neu zu entwickeln. Sie kennen Symptome gestörter Hirnfunktionen und deren Behandlung. Inhalte: Seminare zur Neurolinguistik und zu sprachpsychologischen Aspekten der kognitiven Neurowissenschaften und verwandten Themen	
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Mündliche Prüfung, 30 Minuten Vortrag mit schriftlicher Ausarbeitung, 60 Minuten und 20 Seiten	
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	135	

Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Seminar (Seminar)	2	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Linguistik		

CSE-MA-031: Cognitive Neuroscience, Neuropsychology and the Body		Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6		
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Qualifikationsziele: Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse über Theorien der Neuropsychologie, Anwendungsperspektiven der Neuropsychologie sowie über Rehabilitation der menschlichen Kognition. Sie können einschlägige Theorien und Methoden vergleichen und kritisch analysieren. Die Studierenden sind in der Lage, Therapieverfahren in Bezug auf ein spezifisches Problem der Neuropsychologie in geeigneter Weise anzuwenden, abzuändern oder neu zu entwickeln. Sie kennen Symptome gestörter körperlicher und geistiger Funktionen und deren Behandlung. Inhalte: Neuronale Plastizität, visuelle Defizite, rechtshemisphärische Syndrome, emotionale Störungen und deren Behandlung; Gedächtnisstörungen, Testverfahren und Rehabilitationsansätze.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Mündliche Prüfung, 30 Minuten Vortrag mit schriftlicher Ausarbeitung, 60 Minuten und 20 Seiten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	135			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Seminar (Seminar)	2	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe und SoSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Sportwissenschaft/-medizin		

CSE-MA-040: Cognitive Science and Embodied Cognition				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Qualifikationsziele: Die Studierenden haben fundierte Kenntnisse in den Konzepten der Kognitionswissenschaften und der *Embodied Cognition*. Sie können sich auf dieser Grundlage die wissenschaftliche Literatur zu aktuellen Fragestellungen der Kognitionswissenschaften und des Forschungsgebietes *Embodied Cognition* selbstständig erarbeiten und kritisch einordnen. Die Studierenden können für konkrete Problemstellungen Vorhersagen aus den Theorien der Kognitionswissenschaften und der Theorie der Embodied Cognition ableiten. Sie können experimentelle Versuchsanordnungen zu theoretisch abgeleiteten Hypothesen erarbeiten. Inhalte: Das Seminar dient dazu, mit den Studierenden zentrale Konzepte aus der Originalliteratur zu erarbeiten und gleichzeitig im interdisziplinären Diskurs den Studierenden unterschiedlicher Bachelorstudiengängen die Integration der spezifischen Teilgebiete (zum Beispiel Psychophysik, Motorik, Kognitive Psychologie) in den Kognitionswissenschaften zu vermitteln. Die Ableistung von Versuchspersonenstunden (d.h. Teilnahme an Experimenten) trägt zur Vermittlung der experimentellen Umsetzung von Forschungsfragen bei.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) finden Sie nachfolgend			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	395			

Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Teilnahme an Experimenten (Projekt)	-	10 Versuchspersonen-Stunden (= 1 SWS)	-	-
Seminar (Seminar)	2	2 Referate (jeweils 30 Minunten)	-	schriftliche Hausarbeit (5.000 Wörter)

Häufigkeit des Angebots:	WiSe
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine
Anbietende Lehreinheit(en):	Psychologie

<table>
<tr><td colspan="3">INF-1040: Konzepte paralleler Programmierung</td><td colspan="2">Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6</td></tr>
<tr><td>Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):</td><td colspan="4">Wahlpflichtmodul</td></tr>
<tr><td>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:</td><td colspan="4">Inhalte
Parallelrechnerarchitekturen, Programmiermodelle für parallele Anwendungen, Entwurf paralleler Algorithmen (PCAM-Modell, Gebietszerlegung, funktionale Zerlegung), Parallel Programming Patterns (Master-Worker, MapReduce, SPMD, etc.), Programmiermodelle für Multicoresysteme: z.B. POSIX-Threads, OpenMP, Intel TBB, Programmiermodelle für Cluster Computing: Beispiel: MPI, PGAS, Scientific Computing: Beispiel: Fortran 2008, Graphenbasierte Modellierung von Parallelen Programmen. Leistungsanalyse von parallelen Anwendungen.

Qualifikationsziele
Die Studierenden
- kennen die Konzepte paralleler Programmierung, parallele Programmiermodelle für sowohl Shared als auch Distributed Memory Systeme, Parallel Programming Patterns und ihre Anwendungen
- können zu einer gegebenen Aufgabenstellung das geeignete Parallelisierungsmodell auswählen und umsetzen.</td></tr>
<tr><td>Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):</td><td colspan="4">Eine Prüfung der folgenden Formen:
Klausur, 120 Minuten
Mündliche Prüfung, 30 Minuten</td></tr>
<tr><td>Selbstlernzeit
(in Zeitstunden (h)):</td><td colspan="4">120</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Veranstaltungen (Lehrformen)</td><td rowspan="2">Kontaktzeit
(in SWS)</td><td colspan="2">Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)</td><td rowspan="2">Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)</td></tr>
<tr><td>Für den Abschluss des Moduls</td><td>Für die Zulassung zur Modulprüfung</td></tr>
<tr><td>Vorlesung und Übung (Vorlesung und Übung)</td><td>4</td><td>-</td><td>erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben (50 %)</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Häufigkeit des Angebots:</td><td colspan="3">SoSe</td></tr>
<tr><td colspan="2">Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:</td><td colspan="3">Empfohlen sind C-Kenntnisse sowie Kompetenzen aus dem Modul INF-1031 (Betriebssysteme und Rechnernetze) oder vergleichbare. Erfahrung mit Softwareentwicklungstools wie Makefile, Debugger, gcc, ggf. Eclipse sind wünschenswert.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Anbietende Lehreinheit(en):</td><td colspan="3">Informatik</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="3">INF-1070: Intelligente Datenanalyse</td><td colspan="3">Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6</td></tr>
<tr><td>Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):</td><td colspan="5">Wahlpflichtmodul</td></tr>
<tr><td>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:</td><td colspan="5">Inhalte
Arten von Modellbildungsproblemen und Lernverfahren, Grundlagen Bayes’scher Statistik und empirischer Inferenz, Lineare Klassifikations- und Regressionsmodelle, Kernel-Methoden, Modellevaluierung, Implementierung von Datenanalysemethoden, beispielsweise in Matlab.

Qualifikationsziele
Die Studierende verfügen über die Fähigkeit, Modellbildungsprobleme zu analysieren, auf Paradigmen des maschinellen Lernens und der Bayes’schen Statistik abzubilden, Lösungen in Matlab zu implementieren und die Qualität der inferierten Modelle mit geeigneten Evaluierungsprotokollen zu bestimmen.</td></tr>
<tr><td>Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):</td><td colspan="5">Eine Prüfung der folgenden Formen:
Klausur, 120 Minuten
Mündliche Prüfung, 20-30 Minuten</td></tr>
<tr><td>Selbstlernzeit
(in Zeitstunden (h)):</td><td colspan="5">120</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Veranstaltungen (Lehrformen)</td><td rowspan="2">Kontaktzeit
(in SWS)</td><td colspan="2">Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)</td><td rowspan="2">Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)</td></tr>
<tr><td>Für den Abschluss des Moduls</td><td>Für die Zulassung zur Modulprüfung</td></tr>
<tr><td>Vorlesung (Vorlesung)</td><td>2</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Übung (Übung)</td><td>2</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Häufigkeit des Angebots:</td><td colspan="4">SoSe</td></tr>
<tr><td colspan="2">Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:</td><td colspan="4">Empfohlen sind die Kompetenzen aus Modul MAT-1103 (Grundlagen der Stochastik) oder vergleichbare.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Anbietende Lehreinheit(en):</td><td colspan="4">Informatik</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="3">INF-7010: Architekturen und Middleware für das wissenschaftliche Rechnen</td><td colspan="3">Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6</td></tr>
<tr><td>Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):</td><td colspan="5">Wahlpflichtmodul</td></tr>
<tr><td>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:</td><td colspan="5">Inhalte
Das Modul umfasst eine Auswahl folgender Themen:
- Clustertechnologien, Cluster-Management, Scheduling und Mapping paralleler Anwendungen,
- HPC-Netzwerke, Lightweight Protocols, Cluster File Systeme,
- Einführung in die Konzepte der Programmierung von Grafikkarten (CUDA, OpenCL, OpenACC) mit Anwendungen aus dem Bereich des Wissenschaftlichen Rechnens,
- Konzepte und Middleware für Data-Intensive Computing: MapReduce and Hadoop, Grid Computing, Cloud Computing, Parallele Dateisysteme.

Qualifikationsziele
Die Studierenden
- verstehen Cluster Computing und die Programmierung aktueller Hochleistungsrechner
- verfügen über ein vertieftes Verständnis fachwissenschaftlicher Zusammenhänge des wissenschaftlichen Rechnens.</td></tr>
<tr><td>Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):</td><td colspan="5">Projektbericht, 20 Seiten</td></tr>
<tr><td>Selbstlernzeit
(in Zeitstunden (h)):</td><td colspan="5">120</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Veranstaltungen (Lehrformen)</td><td rowspan="2">Kontaktzeit
(in SWS)</td><td colspan="2">Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)</td><td rowspan="2">Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)</td></tr>
<tr><td>Für den Abschluss des Moduls</td><td>Für die Zulassung zur Modulprüfung</td></tr>
<tr><td>Vorlesung (Vorlesung)</td><td>2</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Projekt (Projekt)</td><td>2</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Häufigkeit des Angebots:</td><td colspan="3">WiSe (alle vier Semester)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:</td><td colspan="3">keine</td></tr>
<tr><td colspan="2">Anbietende Lehreinheit(en):</td><td colspan="3">Informatik</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">INF-8020: Maschinelles Lernen I</td><td colspan="3">Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6</td></tr>
<tr><td>Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):</td><td colspan="4">Wahlpflichtmodul</td></tr>
<tr><td>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:</td><td colspan="4">Inhalte
Auswahl weiterführender Themen aus dem Bereich des maschinellen Lernens, beispielsweise graphische Modelle, Gauß‘sche Prozesse, Inferenz, Reinforcement-Lernen, Online-Lernen, Transferlernen, Kernel-Verfahren, Empfehlungsalgorithmen.

Qualifikationsziele
Die Studierenden
- verfügen über umfassendes, detailliertes und spezialisiertes Wissen auf dem neuesten Erkenntnisstand ausgewählter Spezialgebiete des maschinellen Lernens
- verfügen über erweitertes Wissen im angrenzenden Bereich der Bayes’schen Statistik
- sind in der Lage, Modellbildungsprobleme zu analysieren, auf Paradigmen des maschinellen Lernens und der Bayes‘schen Statistik abzubilden, Lösungen zu entwickeln, zu implementieren und die Qualität der Lösungen mit geeigneten Evaluierungsprotokollen zu bestimmen
- können neue Ideen und Verfahren entwickeln, bei unvollständigen Informationen Alternativen abwägen und unter Berücksichtigung unterschiedlicher Bewertungsmaßstäbe bewerten.</td></tr>
<tr><td>Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):</td><td colspan="4">Eine Prüfung der folgenden Formen:
Klausur, 90 Minuten
Mündliche Prüfung, 15 Minuten</td></tr>
<tr><td>Selbstlernzeit
(in Zeitstunden (h)):</td><td colspan="4">120</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Veranstaltungen (Lehrformen)</td><td rowspan="2">Kontaktzeit
(in SWS)</td><td colspan="2">Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)</td><td rowspan="2">Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)</td></tr>
<tr><td>Für den Abschluss des Moduls</td><td>Für die Zulassung zur Modulprüfung</td></tr>
<tr><td>Vorlesung und Übung (Vorlesung und Übung)</td><td>4</td><td>erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben und der Semesteraufgabe (50 %)</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Häufigkeit des Angebots:</td><td colspan="3">SoSe</td></tr>
<tr><td colspan="2">Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:</td><td colspan="3">keine</td></tr>
<tr><td colspan="2">Anbietende Lehreinheit(en):</td><td colspan="3">Informatik</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">INF-8021: Maschinelles Lernen II</td><td colspan="3">Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6</td></tr>
<tr><td>Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):</td><td colspan="4">Wahlpflichtmodul</td></tr>
<tr><td>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:</td><td colspan="4">Inhalte
Aufbauend auf dem Modul INF-8020 vertieft das Modul eine weiterführende Auswahl fortgeschrittener Themen, beispielsweise Zeitreihenmodelle, graphische Modelle, Gauß‘sche Prozesse, Inferenz, Adversarial Learning, Reinforcement-Lernen, Online-Lernen, Transferlernen, Kernel-Verfahren, Empfehlungsalgorithmen.

Qualifikationsziele
Die Studierende
- verfügen über umfassendes, detailliertes und spezialisiertes Wissen auf dem neuesten Erkenntnisstand des Gebietes maschinelles Lernen
- verfügen über erweitertes Wissen im angrenzenden Bereich der Bayes’schen Statistik
- sind in der Lage, Modellbildungsprobleme zu analysieren, auf Paradigmen des maschinellen Lernens und der Bayes‘schen Statistik abzubilden, Lösungen zu entwickeln, zu implementieren und die Qualität der Lösungen mit geeigneten Evaluierungsprotokollen zu bestimmen
- können neue Ideen und Verfahren entwickeln, bei unvollständigen Informationen Alternativen abwägen und unter Berücksichtigung unterschiedlicher Bewertungsmaßstäbe bewerten.</td></tr>
<tr><td>Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):</td><td colspan="4">Eine Prüfung der folgenden Formen:
Klausur, 90 Minuten
Mündliche Prüfung, 15 Minuten</td></tr>
<tr><td>Selbstlernzeit
(in Zeitstunden (h)):</td><td colspan="4">120</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Veranstaltungen (Lehrformen)</td><td rowspan="2">Kontakt-zeit
(in SWS)</td><td colspan="2">Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)</td><td rowspan="2">Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)</td></tr>
<tr><td>Für den Abschluss des Moduls</td><td>Für die Zulassung zur Modulprüfung</td></tr>
<tr><td>Vorlesung und Übung (Vorlesung und Übung)</td><td>4</td><td>erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben und der Semesteraufgabe (50 %)</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Häufigkeit des Angebots:</td><td colspan="3">WiSe</td></tr>
<tr><td colspan="2">Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:</td><td colspan="3">Empfohlen ist Modul INF-8020.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Anbietende Lehreinheit(en):</td><td colspan="3">Informatik</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="3">MAT-MBIP05: Introduction to Theoretical Systems Biology</td><td colspan="2">Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6</td></tr>
<tr><td>Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):</td><td colspan="4">Wahlpflichtmodul</td></tr>
<tr><td>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:</td><td colspan="4">Inhalt
Der Kurs führt in die kinetische Modellierung basierend auf stochastischen und deterministischen Formulierungen biochemischer Reaktionen von ausgewählten biologischen Systemen ein. Mathematische Modelle für das Modellieren von Signalwegen, von gene-regulatorischen und metabolischen Netzwerken werden präsentiert und kritisch evaluiert. Verschiedene Modellreduktionsverfahren werden behandelt. Grundlagen für das Lösen von gewöhnlichen Differentialgleichungen (ODE) werden ebenfalls vorgestellt. Computer-Implementierungen der behandelten Themen werden in den Übungen* demonstriert.

Qualifikationsziele
- Berufliche Kompetenzen
Die Studierenden können mathematische Formulierungen systembiologischer Fragestellungen vorstellen und sind befähigt, Modelle biologischer Systeme kritisch zu analysieren.
- Methodische Kompetenzen
Beherrschen der Grundlagen des stochastischen und deterministischen Modellierens. Die Studierenden haben Kenntnis von theoretischen und numerischen Methoden zur Analyse von Differenzialgleichungen.
- Praktische Kompetenzen
Die Studierenden sammeln Erfahrungen in der Analyse von Differenzialgleichungs-Systemen für kleinere Systeme.</td></tr>
<tr><td>Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):</td><td colspan="4">Eine Prüfung der folgenden Formen:
Klausur, 90 Minuten
Mündliche Prüfung, 30 Minuten</td></tr>
<tr><td>Selbstlernzeit
(in Zeitstunden (h)):</td><td colspan="4">120</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Veranstaltungen (Lehrformen)</td><td rowspan="2">Kontakt-zeit
(in SWS)</td><td colspan="2">Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)</td><td rowspan="2">Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)</td></tr>
<tr><td>Für den Abschluss des Moduls</td><td>Für die Zulassung zur Modulprüfung</td></tr>
<tr><td>Vorlesung und Übung (Vorlesung und Übung)</td><td>2V + 2Ü</td><td>-</td><td>Übungsaufgaben (50%)</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Häufigkeit des Angebots:</td><td colspan="3">SoSe</td></tr>
<tr><td colspan="2">Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:</td><td colspan="3">Empfohlen: BIO-MBIP01 oder BIO-MBIP02

Für Master of Science Computational Science vom WiSe 2019/20 gilt abweichend folgendes:
Empfohlen sind Kenntnisse auf dem Gebiet der algorithmischen, mathematischen und statistischen Informatik</td></tr>
<tr><td colspan="2">Anbietende Lehreinheit(en):</td><td colspan="3">Mathematik</td></tr>
</table>

MATVMD1011: Advanced Seminar in Algebra, Discrete Mathematics and Geometry I				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul vermittelt die Kompetenz sich selbständig in einen vorgegebenen mathematischen Text mittlerer Schwierigkeit aus dem Bereich Algebra, Diskrete Mathematik und Geometrie einzuarbeiten und darüber vorzutragen. Das Modul umfasst ein Seminar, das aus dem im Modulhandbuch veröffentlichten Angebot des Instituts für Mathematik gewählt werden kann.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Vortrag, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	150			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Seminar im Bereich Algebra, Diskrete Mathematik und Geometrie (Seminar)	2	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe und SoSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik			

MATVMD1012: Advanced Seminar in Algebra, Discrete Mathematics and Geometry II				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul vermittelt die Kompetenz sich selbständig in einen vorgegebenen mathematischen Text gehobener Schwierigkeit aus dem Bereich Algebra, Diskrete Mathematik und Geometrie einzuarbeiten und darüber vorzutragen. Das Modul umfasst ein Seminar, das aus dem im Modulhandbuch veröffentlichten Angebot des Instituts für Mathematik gewählt werden kann.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Vortrag, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	150			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Seminar im Bereich Algebra, Diskrete Mathematik und Geometrie (Seminar)	2	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe und SoSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik			

MATVMD1021: Advanced Seminar in Analysis and Mathematical Physics I				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul vermittelt die Kompetenz sich selbständig in einen vorgegebenen mathematischen Text mittlerer Schwierigkeit aus dem Bereich Analysis und Mathematische Physik einzuarbeiten und darüber vorzutragen. Das Modul umfasst ein Seminar, das aus dem im Modulhandbuch veröffentlichten Angebot des Instituts für Mathematik gewählt werden kann.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Vortrag, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	150			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Seminar im Bereich Analysis und Mathematische Physik (Seminar)	2	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Mathematik		

MATVMD1022: Advanced Seminar in Analysis and Mathematical Physics II				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul vermittelt die Kompetenz sich selbständig in einen vorgegebenen mathematischen Text gehobener Schwierigkeit aus dem Bereich Analysis und Mathematische Physik einzuarbeiten und darüber vorzutragen. Das Modul umfasst ein Seminar, das aus dem im Modulhandbuch veröffentlichten Angebot des Instituts für Mathematik gewählt werden kann.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Vortrag, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	150			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Seminar im Bereich Analysis und Mathematische Physik (Seminar)	2	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:		SoSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Mathematik		

MATVMD1031: Advanced Seminar in Probability Theory and Statistics I				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul vermittelt die Kompetenz sich selbständig in einen vorgegebenen mathematischen Text mittlerer Schwierigkeit aus dem Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik einzuarbeiten und darüber vorzutragen. Das Modul umfasst ein Seminar, das aus dem im Modulhandbuch veröffentlichten Angebot des Instituts für Mathematik gewählt werden kann.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Vortrag, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	150			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Seminar im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik (Seminar)	2	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Mathematik		

MATVMD1032: Advanced Seminar in Probability Theory and Statistics II				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul vermittelt die Kompetenz sich selbständig in einen vorgegebenen mathematischen Text gehobener Schwierigkeit aus dem Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik einzuarbeiten und darüber vorzutragen. Das Modul umfasst ein Seminar, das aus dem im Modulhandbuch veröffentlichten Angebot des Instituts für Mathematik gewählt werden kann.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Vortrag, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	150			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Seminar im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik (Seminar)	2	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:		SoSe		

Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik

MATVMD1041: Advanced Seminar in Applied Mathematics and Numerics I				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul vermittelt die Kompetenz sich selbständig in einen vorgegebenen mathematischen Text mittlerer Schwierigkeit aus dem Bereich Angewandte Mathematik und Numerik einzuarbeiten und darüber vorzutragen. Das Modul umfasst ein Seminar, das aus dem im Modulhandbuch veröffentlichten Angebot des Instituts für Mathematik gewählt werden kann.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Vortrag, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	150			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Seminar im Bereich Angewandte Mathematik und Numerik (Seminar)	2	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik			

MATVMD1042: Advanced Seminar in Applied Mathematics and Numerics II				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul vermittelt die Kompetenz sich selbständig in einen vorgegebenen mathematischen Text gehobener Schwierigkeit aus dem Bereich Angewandte Mathematik und Numerik einzuarbeiten und darüber vorzutragen. Das Modul umfasst ein Seminar, das aus dem im Modulhandbuch veröffentlichten Angebot des Instituts für Mathematik gewählt werden kann.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Vortrag, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	150			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Seminar im Bereich Angewandte Mathematik und Numerik (Seminar)	2	-	-	-

Häufigkeit des Angebots:	SoSe
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik

MATVMD811: Advanced Topics in Algebra, Discrete Mathematics and Geometry I				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul dient zur Vertiefung von mathematischen Fachkenntnissen im Bereich Algebra, Diskrete Mathematik und Geometrie. Das aktuelle Angebot mit der jeweils gültigen Lehr- und Prüfungsform wird im Modulhandbuch des Instituts veröffentlicht.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
vertiefende Vorlesung im Bereich Algebra, Diskrete Mathematik und Geometrie (Vorlesung)	4	-	-	-
Seminar oder Übung (Seminar oder Übung)	2	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben und Präsentation eigener Lösungen (50%) oder 1 Seminarvortrag im Umfang von 90 Minuten	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik			

MATVMD812: Advanced Topics in Algebra, Discrete Mathematics and Geometry II		Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul	
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul dient zur erweiterten Vertiefung und Verbreiterung von mathematischen Fachkenntnissen im Bereich Algebra, Diskrete Mathematik und Geometrie. Das aktuelle Angebot mit der jeweils gültigen Lehr- und Prüfungsform wird im Modulhandbuch des Instituts veröffentlicht.	
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten	

Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
vertiefende Vorlesung im Bereich Algebra, Diskrete Mathematik und Geometrie (Vorlesung)	4	-	-	-
Seminar oder Übung (Seminar oder Übung)	2	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen oder 1 Seminarvortrag im Umfang von 90 Minuten	-
Häufigkeit des Angebots:		SoSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Mathematik		

MATVMD814: Differential Geometry I			Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9	
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul behandelt grundlegende Konzepte der Differentialgeometrie (Mannigfaltigkeiten, Riemannsche Metriken, Geodätische, Krümmung etc.). Die Studierenden kennen grundlegende Begriffe, Sätze und Methoden der Differentialgeometrie. Sie können Fragestellungen und einfache Aufgaben/Probleme unter Anwendung fachwissenschaftlicher Methoden der Differentialgeometrie selbstständig bearbeiten und lösen.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Form: Klausur, 120 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vertiefende Vorlesung im Bereich Differentialgeometrie I Übung (Vorlesung und Übung)	4V + 2Ü	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen	-

Häufigkeit des Angebots:	SoSe
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Empfohlen sind Grundkenntnisse in elementare Differentialgeometrie
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik

MATVMD815: Differential Geometry II				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul behandelt Konzepte und Methoden eines ausgewählten Bereiches der Differentialgeometire oder ihrer Anwendungen (z.B. Riemannsche Geometrie, Geometrische Analysis, Eichtheorie, Spingeometrie, Nicht-kommutative Geometrie, Relativitätsgeometrie, symplektische Geometrie). Die Studierenden kennen zentrale Begriffe, Sätze und Methoden der Differentialgeometrie und ihrer Anwendungsgebiete. Sie können Fragestellungen und Aufgaben/Probleme unter Anwendung fachwissenschaftlicher Methoden der Differentialgeometrie selbstständig bearbeiten und lösen sowie Fachpublikationen aktueller Forschungsthemen eigenständig lesen und verstehen.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 120 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vertiefende Vorlesung im Bereich Differentialgeometrie II und Übung (Vorlesung und Übung)	4V + 2Ü	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe (alle vier Semester)			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Erfolgreicher Abschluss des Moduls MAT-VM-D814			
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik			

MATVMD816: Analysis on Graphs				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalte** In diesem Modul erlernen die Studierenden verschiedene Aspekte im Bereich der Analysis, Geometrie und Spektraltheorie von Graphen kennen. **Qualifikationsziele** Die Studierenden - kennen die zentralen Begriffe, Sätze und Methoden - können Probleme unter Anwendung fachwissenschaftlicher Methoden bearbeiten und lösen.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 120 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung (Vorlesung)	4	-	-	-
Seminar oder Übung (Seminar oder Übung)	2	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe oder SoSe (alle vier Semester)		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Mathematik		

MATVMD821: Advanced Topics in Analysis and Mathematical Physics I		Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul	
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul dient zur Vertiefung der erworbenen mathematischen Fachkenntnisse im Bereich Analysis und Mathematische Physik. Das aktuelle Angebot mit der jeweils gültigen Lehr- und Prüfungsform wird im Modulhandbuch des Instituts veröffentlicht.	
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten	
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180	

Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
vertiefende Vorlesung im Bereich Analysis und Mathematische Physik (Vorlesung)	4	-	-	-
Seminar oder Übung (Seminar oder Übung)	2	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen oder 1 Seminarvortrag im Umfang von 90 Minuten	-

Häufigkeit des Angebots:	WiSe
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik

MATVMD822: Advanced Topics in Analysis and Mathematical Physics II	Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul dient zur erweiterten Vertiefung und Verbreiterung der erworbenen mathematischen Fachkenntnisse im Bereich Analysis und Mathematische Physik. Das aktuelle Angebot mit der jeweils gültigen Lehr- und Prüfungsform wird im Modulhandbuch des Instituts veröffentlicht
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180

Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
vertiefende Vorlesung im Bereich Analysis und Mathematische Physik (Vorlesung)	4	-	-	-

Seminar oder Übung (Seminar oder Übung)	2	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen oder 1 Seminarvortrag im Umfang von 90 Minuten	-
Häufigkeit des Angebots:		SoSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Mathematik		

MATVMD824: Partial Differential Equations I				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Dieses Modul dient der Einführung in das mathematische Gebiet der partiellen Differentialgleichungen. Dazu werden die klassischen Beispiele partieller Differentialgleichungen, die Poissongleichung, Wärmeleitungs- und Wellengleichung, besprochen. Die Studierenden erlernen klassische Methoden zur Analysis und Lösung dieser Gleichungen. Desweiteren erlernen die Studierenden die Theorie der elliptischen partiellen Differentialgleichungen zweiter Ordnung in Sobolev- oder Hölderräumen.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vertiefende Vorlesung im Bereich Partielle Differentialgleichungen I und Übung (Vorlesung und Übung)	4V + 2Ü	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Mathematik		

<table>
<tr><th colspan="3">MATVMD825: Partial Differential Equations II</th><th>Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9</th></tr>
<tr><td>Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):</td><td colspan="3">Wahlpflichtmodul</td></tr>
<tr><td>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:</td><td colspan="3">Die Studierenden erlernen die Lösungstheorie nichtlinearer partielle Differentialgleichungen auf Grundlage der Theorie der linearen partiellen Differentialgleichungen. Dazu werden exemplarisch Beispiele aus verschiedenen Teilgebieten der Mathematik mit geeigneten Methoden aus der Variationsrechnung, der Funktionalanalysis und der Topologie analysiert.</td></tr>
<tr><td>Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):</td><td colspan="3">Mündliche Prüfung, 30 Minuten</td></tr>
<tr><td>Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):</td><td colspan="3">180</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Veranstaltungen (Lehrformen)</td><td rowspan="2">Kontaktzeit (in SWS)</td><td colspan="2">Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)</td><td rowspan="2">Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)</td></tr>
<tr><td>Für den Abschluss des Moduls</td><td>Für die Zulassung zur Modulprüfung</td></tr>
<tr><td>Vertiefende Vorlesung im Bereich Partielle Differentialgleichungen II und Übung (Vorlesung und Übung)</td><td>4V + 2Ü</td><td>-</td><td>Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Häufigkeit des Angebots:</td><td colspan="2">SoSe (alle vier Semester)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:</td><td colspan="2">keine</td></tr>
<tr><td colspan="2">Anbietende Lehreinheit(en):</td><td colspan="2">Mathematik</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">MATVMD826: Functional Analysis I</th><th>Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9</th></tr>
<tr><td>Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):</td><td colspan="2">Wahlpflichtmodul</td></tr>
<tr><td>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:</td><td colspan="2">Dieses Modul behandelt Grundlagen der Funktionalanalysis im Hinblick auf Anwendungen in der Theorie von Differentialoperatoren und der Spektralanalyse:
Elementare Theorie von Banach- und Hilberträumen (Satz von Hahn-Banach, das Kategorientheorem von Baire mit seinen Folgerungen, insbesondere Banach-Steinhaus; orthogonale Projektionen und Orthonormalbasen in Hilberträumen), schwache Topologien und der Satz von Banach-Alaoglu, Frecheträume differenzierbarer Funktionen, Distributionen und temperierte Distributionen mit ihren Testfunktionen und (folgen-)stetige lineare Abbildungen auf Distributionen, Fouriertransformation von Distributionen und die klassischen Stetigkeitssätze in Lp. Sobolevräume. Spektrum und Resolvente von beschränkten linearen Operatoren auf Banachräumen, Rieszprojektoren. Beschränkte und unbeschränkte Operatoren in Hilberträumen und (ihre) Graphen, Selbstadjungiertheit mit ersten Beispielen, Defektindizes. Stetiger Funktionalkalkül und Spektralmasse beschränkter selbstadjungierter Operatoren.
Die Studenten lernen an Übungsaufgaben einfache Beweise in diesem Bereich selbständig zu führen und kleinere Themeneinheiten aus der Literatur zu erarbeiten und im Vortrag zu präsentieren.</td></tr>
</table>

Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Erarbeitung eines repräsentativen Themengebietes, mit Vortrag (60 Minuten), Hand-out (5 Seiten) und anschließender Diskussion (15 Minuten) Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vertiefende Vorlesung im Bereich Funktionsanalysis I und Übung (Vorlesung und Übung)	4V + 2Ü	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik			

MATVMD827: Functional Analysis II	Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Der Spektralsatz für beschränkte und unbeschränkte selbstadjungierte Operatoren, Integration bezüglich eines projektionswertigen Masses. Halbbeschränkte Sesquilinearformen und (selbstadjungierte) Operatoren, Friedrichsfortsetzung. Beispiele von Differentialoperatoren. Satz von Stone. Anhand spezieller Probleme aus dem Bereich der Quantenmechanik wird die Spektraltheorie exemplarisch vertieft (z.B. elektrische und magnetische Felder, Nichtentartetheit des Grundzustands und Positivitätserhaltung, klassische und quantenmechanische Vollständigkeit, Resonanzen und Dilatationsanalytizität, Störungstheorie, Invarianz des wesentlichen Spektrums). Die Studenten lernen an Übungsaufgaben einfache Beweise in diesem Bereich selbständig zu führen und kleinere Themeneinheiten aus der Literatur zu erarbeiten und im Vortrag zu präsentieren.
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Erarbeitung eines repräsentativen Themengebietes, Vortrag (60 Minuten), Hand-Out (5 Seiten) und anschließende Diskussion (15 Minuten) Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180

Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vertiefende Vorlesung im Bereich Funktionsanalysis II und Übung (Vorlesung und Übung)	4V + 2Ü	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen	-

Häufigkeit des Angebots:	SoSe (alle vier Semester)
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik

MATVMD828: Complex Analysis	Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalt** Die Lehrveranstaltung bildet eine Einführung in weiterführende Gebiete der Funktionentheorie. Zur Auswahl stehen zum einen grundlegende Sätze der Funktionentheorie: der Satz von Mittag-Leffler, der Produktsatz von Weierstraß und der Riemannsche Abbildungsatz - sowie zum anderen spezielle Themen: Modulformen, elliptische Kurven, Analytische Zahlentheorie und Riemannsche Flächen. **Qualifikationsziele** Die Studierenden - kennen die Methoden und Denkweisen der Funktionentheorie - sind in der Lage diese beim Lösen der Übungsaufgaben anzuwenden.
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 120 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180

Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung (Vorlesung)	4	-	-	-
Seminar oder Übung (Seminar oder Übung)	2	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen	-

Häufigkeit des Angebots:	WiSe oder SoSe (alle vier Semester)
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine

Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik

MATVMD831: Advanced Topics in Probability Theory and Statistics I				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul dient zur Vertiefung der erworbenen mathematischen Fachkenntnisse im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Das aktuelle Angebot mit der jeweils gültigen Lehr- und Prüfungsform wird im Modulhandbuch des Instituts veröffentlicht.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
vertiefende Vorlesung im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik (Vorlesung)	4	-	-	-
Seminar oder Übung (Seminar oder Übung)	2	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen oder 1 Seminarvortrag im Umfang von 90 Minuten	-
Häufigkeit des Angebots:	SoSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik			

MATVMD832: Advanced Topics in Probability Theory and Statistics II		Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul	
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul dient zur erweiterten Vertiefung und Verbreiterung der erworbenen mathematischen Fachkenntnisse im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Das aktuelle Angebot mit der jeweils gültigen Lehr- und Prüfungsform wird im Modulhandbuch des Instituts veröffentlicht.	
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten	
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180	

Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
vertiefende Vorlesung im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik (Vorlesung)	4	-	-	-
Seminar oder Übung (Seminar oder Übung)	2	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen oder 1 Seminarvortrag im Umfang von 90 Minuten	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Mathematik		

MATVMD834: Stochastic Processes		Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9		
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Diese Vorlesung ist eine Erweiterung/Anwendung der Vorlesung Stochastik. Es werden Eigenschaften und Grundtypen wichtiger zufälliger Prozesse behandelt: Markov-Ketten, Martingale mit Diskreter Zeit, Markov-Prozesse mit stetiger Zeit wie der Poisson-Prozess. Eine Reihe von Beispielen werden analysiert, insbesondere Modelle aus der Physik, Biologie oder Ökologie.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Klausur, 120 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vertiefende Vorlesung im Bereich Stochastische Prozesse und Übung (Vorlesung und Übung)	4V + 2Ü	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen	-
Häufigkeit des Angebots:		SoSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Mathematik		

<table>
<tr><td colspan="3">MATVMD835: Stochastic Analysis</td><td colspan="2">Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9</td></tr>
<tr><td>Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):</td><td colspan="4">Wahlpflichtmodul</td></tr>
<tr><td>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:</td><td colspan="4">In der Disziplin Stochastische Analysis sind Wahrscheinlichkeitstheorie und Analysis eng verzahnt. Sie besitzt viele Anwendungen in den Naturwissenschaften und in Ökonomie.
In dieser Vorlesung wird der Itô-Kalkül (ein Differentialkalkül für stochastische Prozesse) eingeführt.
Die grundlegende Brownsche Bewegung wird zunächst konstruiert. Ihre Eigenschaften, u.a. als Markov Prozess und als Martingal, werden bewie-sen. Man führt dann den stochastischen Differentialkalkül und Integralkalkül ein. Diese werden dann benutzt, um (lineare) stochastische Differentialgleichungen (explizit) zu lösen. Eine Reihe von wichtigen Beispielen wird behandelt. Als Anwendung kann auch ein Einblick in die stetige Options-preistheorie angeboten werden.</td></tr>
<tr><td>Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):</td><td colspan="4">Mündliche Prüfung, 30 Minuten</td></tr>
<tr><td>Selbstlernzeit
(in Zeitstunden (h)):</td><td colspan="4">180</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Veranstaltungen (Lehrformen)</td><td rowspan="2">Kontakt-zeit
(in SWS)</td><td colspan="2">Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)</td><td rowspan="2">Lehrveranstal-tungsbegleiten-de Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)</td></tr>
<tr><td>Für den Abschluss des Moduls</td><td>Für die Zulas-sung zur Modul-prüfung</td></tr>
<tr><td>Vertiefende Vorlesung im Bereich Stochastische Analysis und Übung (Vorlesung und Übung)</td><td>4V + 2Ü</td><td>-</td><td>Erfolgreiche Be-arbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Prä-sentation eigener Lösungen</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Häufigkeit des Angebots:</td><td colspan="3">WiSe oder SoSe (alle vier Semester)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:</td><td colspan="3">Empfohlen ist der erfolgreiche Abschluss des Moduls MAT-VM-D834</td></tr>
<tr><td colspan="2">Anbietende Lehreinheit(en):</td><td colspan="3">Mathematik</td></tr>
</table>

MATVMD837: Statistical Data Analysis				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	*Inhalte* Im Mittelpunkt dieses Moduls steht die statistische Studie und quantitative Analyse der Abhängigkeit zwischen beobachteten zufälligen Größen (beispielsweise Ausbeute/Einstellungsgrößen Produktion; Lebensdauer/Behandlungsart und Verletzungsart). Wesentliche Grundlagen für die statistische Behandlung derartiger Zusammenhänge liefert das lineare Regressionsmodell, das im ersten Teil der Vorlesung ausführlich studiert wird. In diesem Rahmen werden die Fragestellungen des Schätzers, Testens, und der Unsicherheitsquantifizierung (Varianzanalyse) behandelt. Im zweiten Teil wird eine Einleitung zu fortgeschrittenen Methoden und Ansätzen zur Untersuchung von Beziehungen angeboten. Dazu gehören nichtlineare und nichtparametrische Regressionsmodelle. Darüber hinaus werden Fragen der Klassifikation und Dimensionsreduktion behandelt. *Qualifikationsziele* Studierende verfügen über ein umfassendes, detailliertes und spezialisiertes Verständnis des linearen Regressionsmodells auf dem neuesten Erkenntnisstand. Sie haben sich elementare Begriffe und Methoden der nichtparametrischen Statistik angeeignet. Sie können auch komplexe statistische Datenanalyseprobleme lösen, können alternative Modellierungsansätze abwägen und nach unterschiedlichen Maßstäben bewerten. Sie können Funktionen von statistischen Software-Paketen zu diesem Zweck verwenden. *Akademische Kompetenzen* Arbeitsorganisation: Selbstorganisation, Planungskompetenz: Identifizieren von Arbeitsschritten. Analysetechniken: Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise (Erarbeiten von Lösungen zu komplexen Fragestellungen), Methodendiskussion, Verifizieren von Hypothesen, Anwendung mathematischer Methoden, Umgang mit statistischen Methoden, Umgang mit Software-Paketen.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 120-180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vertiefende Vorlesung im Bereich Statistische Datenanalyse und Übung (Vorlesung und Übung)	4V + 2Ü	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben und Präsentation eigener Lösungen (70%)	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik			

MATVMD838: Bayesian Inference and Data Assimilation				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Inhalte Behandelt werden Zufallsvariablen und bedingte Verteilungen, Monte-Carlo-Verfahren, Bayes'sches Theorem, Punktschätzer, Importance Sampling, Markov Prozesse, sequentielle Monte-Carlo-Verfahren und Datenassimilation für stochastische Prozesse. Qualifikationsziele Die Studierenden sind mit den Grundbegriffen sowie den grundlegenden Methoden und Techniken der Bayes'schen Inferenz und Assimilation von Daten in mathematische Modelle vertraut. Sie sind in der Lage, selbständig Techniken der Bayes'schen Inferenz anzuwenden und seine/ihre Kenntnisse zur Lösung konkreter Aufgaben einzusetzen.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 90 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vertiefende Vorlesung im Bereich Bayes´sche Inferenz und Datenassimilation und Übung (Vorlesung und Übung)	4V + 2Ü	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben und Präsentation eigener Lösungen (70%)	-
Häufigkeit des Angebots:	SoSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik			

MATVMD841: Advanced Topics in Applied Mathematics and Numerics I		Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul	
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul dient zur Vertiefung der erworbenen mathematischen Fachkenntnisse im Bereich Angewandte Mathematik und Numerik. Das aktuelle Angebot mit der jeweils gültigen Lehr- und Prüfungsform wird im Modulhandbuch des Instituts veröffentlicht.	
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten	
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180	

Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
vertiefende Vorlesung im Bereich Angewandte Mathematik und Numerik (Vorlesung)	4	-	-	-
Seminar oder Übung (Seminar oder Übung)	2	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen oder 1 Seminarvortrag im Umfang von 90 Minuten	-
Häufigkeit des Angebots:		SoSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Mathematik		

MATVMD842: Advanced Topics in Applied Mathematics and Numerics II	Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul dient zur erweiterten Vertiefung und Verbreiterung der erworbenen mathematischen Fachkenntnisse im Bereich Angewandte Mathematik und Numerik. Das aktuelle Angebot mit der jeweils gültigen Lehr- und Prüfungsform wird im Modulhandbuch des Instituts veröffentlicht.
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180

Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
vertiefende Vorlesung im Bereich Angewandte Mathematik und Numerik (Vorlesung)	4	-	-	-

Seminar oder Übung (Seminar oder Übung)	2	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen oder 1 Seminarvortrag im Umfang von 90 Minuten	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Mathematik		

MATVMD844: Survey Interdisciplinary Mathematics: A Project-Based Introduction			Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9	
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	*Inhalte* Ziel der Ringvorlesung ist es, theoretische Kenntnisse und praktische Fähigkeiten der mathematischen Modellierung, Simulation und Datenanalyse in einem interdisziplinären Umfeld zu vermitteln. Neben dem Erwerb grundlegender mathematischer Techniken ist es in diesem Kontext essentiell, dass wir Mathematik als eine vereinheitlichende Sprache begreifen, die es ermöglicht komplexes Wissen sowie Hypothesen in einer Art und Weise zu formulieren und zu kommunizieren, die einer theoretischen Analyse, numerischen Simulationen sowie einem Vergleich zu experimentellen Daten zugänglich sind. Im Sinne einer engen Verknüpfung von Theorie und Praxis wird die Ringvorlesung am Beispiel von vier konkreten Themenstellungen aus den Bereichen Psychologie, Informatik, Meteorologie und Pharmakokinetik die Bedeutung mathematischer Modellierung für das Verständnis angewandter Problemstellungen illustrieren. *Qualifikationsziele* Die Studierenden sind mit den Grundbegriffen sowie den grundlegenden Methoden und Techniken der mathematischen Modellierung an Hand konkreter Anwendungen vertraut. Sie sind in der Lage, selbständig grundlegende wissenschaftliche Problemstellungen mathematisch zu analysieren.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 90 Minuten Mündliche Prüfung, 45 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung und Übung (Übung)	4V + 2Ü	-	erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen	-

Häufigkeit des Angebots:	WiSe
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik

MATVMD861: Academic Reading and Writing				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Pflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Die Studierenden arbeiten sich unter Anleitung in die Forschungsliteratur zu einer begrenzten mathematischen Fragestellung ein, recherchieren die Literatur und erstellen eigenständig eine lesbare Ausarbeitung zu diesem Thema. Ziel des Moduls ist es, die Grundlagen für das Verfassen wissenschaftlicher Arbeiten auf dem Niveau des Masterstudiums zu erlernen.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Präsentation, bestehend aus einer schriftlichen Ausarbeitung (ca. 20 Seiten) und deren mündlicher Darstellung (Poster oder Vortrag, ca. 45 Minuten)			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	150			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Projekt (Projekt)	2	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe und SoSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik			

MATVMD911: Advanced Topics in Algebra, Discrete Mathematics and Geometry I				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul dient zur Vertiefung der erworbenen mathematischen Fachkenntnisse im Bereich Algebra, Diskrete Mathematik und Geometrie.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	

vertiefende Vorlesung im Bereich Algebra, Diskrete Mathematik und Geometrie und Übung (Vorlesung und Übung)	2V + 2Ü	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen	-
Häufigkeit des Angebots:		SoSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Mathematik		

MATVMD912: Advanced Topics in Algebra, Discrete Mathematics and Geometry II			Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6	
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul dient zur erweiterten Vertiefung und Verbreiterung der erworbenen mathematischen Fachkenntnisse im Bereich Algebra, Diskrete Mathematik und Geometrie.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
vertiefende Vorlesung im Bereich Algebra, Diskrete Mathematik und Geometrie und Übung (Vorlesung und Übung)	2V + 2Ü	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Mathematik		

MATVMD921: Advanced Topics in Analysis and Mathematical Physics I		Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul	
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul dient zur Vertiefung der erworbenen mathematischen Fachkenntnisse im Bereich Analysis und Mathematische Physik.	
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten	
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120	

Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
vertiefende Vorlesung im Bereich Analysis und Mathematische Physik und Übung (Vorlesung und Übung)	2V + 2Ü	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen	-
Häufigkeit des Angebots:	SoSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik			

MATVMD922: Advanced Topics in Analysis and Mathematical Physics II	Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul dient zur erweiterten Vertiefung und Verbreiterung der erworbenen mathematischen Fachkenntnisse im Bereich Analysis und Mathematische Physik.
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120

Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
vertiefende Vorlesung im Bereich Analysis und Mathematische Physik und Übung (Vorlesung und Übung)	2V + 2Ü	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik			

MATVMD931: Advanced Topics in Probability Theory and Statistics I	Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul dient zur Vertiefung der erworbenen mathematischen Fachkenntnisse im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik.

Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
vertiefende Vorlesung im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik und Übung (Vorlesung und Übung)	2V + 2Ü	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik			

MATVMD932: Advanced Topics in Probability Theory and Statistics II			Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul		
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul dient zur erweiterten Vertiefung und Verbreiterung der erworbenen mathematischen Fachkenntnisse im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik.		
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten		
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120		
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)	Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls / Für die Zulassung zur Modulprüfung	
vertiefende Vorlesung im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik und Übung (Vorlesung und Übung)	2V + 2Ü	- / Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen	-
Häufigkeit des Angebots:	SoSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine		
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik		

MATVMD941: Advanced Topics in Applied Mathematics and Numerics I				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul dient zur Vertiefung der erworbenen mathematischen Fachkenntnisse im Bereich Angewandte Mathematik und Numerik			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
vertiefende Vorlesung im Bereich Angewandte Mathematik und Numerik und Übung (Vorlesung und Übung)	2V + 2Ü	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Mathematik		

MATVMD942: Advanced Topics in Applied Mathematics and Numerics II				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Das Modul dient zur erweiterten Vertiefung und Verbreiterung der erworbenen mathematischen Fachkenntnisse im Bereich Angewandte Mathematik und Numerik.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Klausur, 180 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
vertiefende Vorlesung im Bereich Angewandte Mathematik und Numerik und Übung (Vorlesung und Übung)	2V + 2Ü	-	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben (50%) und Präsentation eigener Lösungen	-

Häufigkeit des Angebots:	SoSe
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine
Anbietende Lehreinheit(en):	Mathematik

PHI_MA_015: Philosophy of Neuroscience and Embodied Cognition					Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul				
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse über neurophilosophische Theorien des menschlichen Wissens und Erkennens sowie über aktuelle Fragestellungen aus den relevanten Teilgebieten der Philosophie. Sie können einschlägige Theorien vergleichen und kritisch analysieren. Die Studierenden sind in der Lage, Paradigmen oder Modelle in Bezug auf ein spezifisches Problem der aktuellen Forschung in geeigneter Weise abzuändern oder neu zu entwickeln. Beispielhafte Inhalte: Epistemologie, Theorien der Wissensrepräsentation und deren Bezüge zu sensorischer und motorischer Aktivität; agency und freier Wille.				
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Hausarbeit, 40.000 Zeichen (inkl. Leerzeichen), 3 LP				
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)	Arbeitsaufwand gesamt (in LP)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung		
Seminar (Seminar)	2	Testat	-	-	3
Häufigkeit des Angebots:		SoSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine			
Anbietende Lehreinheit(en):		Philosophie/LER			

PHY_411: Theoretische Physik III - Quantenmechanik				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Die Studierenden beherrschen die Konzepte der Quantenmechanik einfacher Systeme, ihre mathematische Formulierung, ihre statistische Deutung und ihre Anwendung auf physikalische Probleme. Sie wissen, was quantenemchanische Zustände und Observable sind und wie sie statistisch gedeutet werden. Sie kennen die Schrödingergleichung, ihre Bedeutung für die Zeitentwicklung, und ihr Zusammenhang mit den Ehrenfestschen Theoremen. Sie wissen was ein Kommutator ist, kennen die Unbestimmtheitsrelation und ihre praktische Bedeutung. Sie können 1D Potentialprobleme analysieren und für einfache Potentiale das Spektrum der gebundenen Zustände, die Reflektions- und Transmissionskoeffizienten für Streuzustände und Tunnelwahrscheinlichkeiten berechnen. Sie kennen das Blochsche Theorem und seine Bedeutung für das Kronig-Penney Modell der Festkörperphysik. Sie beherrschen die Quantenmechanik des harmonischen Oszillators und des Wasserstoffatoms. Sie sind mit der mathematischen Formulierung des Spin-1/2 vertraut und wissen um seine Manifestation im Stern-Gerlach-Versuch und in atomaren Spektren. Sie kennen den Zusammenhang von Symmetrie und Erhaltungssätzen, können Drehimpulse addieren und Spektren von Mehrelektronen-Atomen und einfachen Molekülen analysieren. Sie können die quantenmechanischen Konsequenzen der Ununterscheidbarkeit würdigen, kennen das Spin-Statistik-Theorem und das Pauli-Prinzip. Sie beherrschen die Grundlagen der Störungstheorie im Schrödingerbild, im Heisenbergbild und im Wechselwirkungsbild, sie sind mit Fermis Goldener Regel vertraut und können diese auf elementare Probleme der Licht-Materie Wechselwirkung anwenden. Sie sind mit den Grundbegriffen der elastischen Potentialstreuung vertraut und können Wirkungsquerschnitte in Bornscher Näherung berechnen. Sie verfügen über Orientierungswissen verschränkter Zustände, die Bellschen Ungleichungen, und ihre Bedeutung für die Quanteninformationsverarbeitung.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen Klausur, 90 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			

Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Quantenmechanik I (Vorlesung und Übung)	4V+2Ü	-	Schriftliche Bearbeitung von 50% der Übungsaufgaben	-

Häufigkeit des Angebots:	SoSe
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine
Anbietende Lehreinheit(en):	Physik

PHY_511: Theoretische Physik IV - Thermodynamik und Statistische Physik				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Studierende beherrschen die Grundbegriffe der Thermodynamik und der statistischen Physik und können die Hauptsätze der Thermodynamik statistisch begründen. Sie wissen was ein thermodynamisches Gleichgewicht ist, was Temperatur und Druck sind, und welche Bedeutung die diversen thermodynamischen Potentiale haben. Sie sind mit den Hauptsätzen der Thermodynamik vertraut, kennen die Bedeutung der Kreisprozesse (Carnot etc.), und können den Wirkungsgrad solcher Prozesse berechnen und physikalisch interpretieren. Sie kennen die Zustandsgleichungen idealer und realer System, wissen was Wärmekapazitäten, Kompressibilitäten und Suszeptibilitäten sind, und welche Rolle dem chemischen Potential zukommt. Sie sind mit Mehrphasen- und Komponentensystemen vertraut, und können Gleichgewichts Phasenübergänge kategorisieren. Sie kennen die Grenzen der Phänomenologie, und sind in der Lage, diese aus mikroskopischen Betrachtungen mittels statistischer Methoden zu begründen. Sie haben eine klare Vorstellung von a-priori Wahrscheinlichkeiten, dem Satz von Liouville, der Bedeutung der Konstanz des Phasenraumvolumens, den Umkehr. und Wiederkehreinwänden von Zermelo, und dem Boltzmannschen H-Theorem. Sie sind mit den Ensembles der statistischen Mechanik vertraut, und wissen um ihre physikalische Bedeutung. Sie verfügen über Orientierungswissen in der Quantenstatistik, kennen der Begriff der Dichtematrix, sind sich der Bedeutung der Ununterscheidbarkeit bewusst, und können ideale Bose- und Fermisysteme sowohl statistisch als auch thermodynamisch beschreiben. Sie können die Fermienergie eines idealen Fermisystems berechnen und physikalisch interpretieren. Sie können die kritische Temperatur der Bose-Einstein Kondensation abschätzen und in Bezug auf reale Systeme physikalisch einordnen.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Klausur, 90 Minuten Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Thermodynamik und statistische Physik (Vorlesung und Übung)	4V+2Ü	-	Schriftliche Bearbeitung von 50% der Übungsaufgaben	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Physik			

PHY_541c: Aufbaumodul Statistische und nichtlineare Physik				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Studierende verfügen über die Grundbegriffe und elementare Methoden der nichtlinearen Dynamik, der stochastischen Prozesse und der Wahrscheinlichkeitstheorie im Hinblick auf Anwendungen in der statistischen und nichtlinearen Physik.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Mündliche Prüfung, 30 Minuten Klausur, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung und Übung I (Vorlesung und Übung)	2V+1Ü	-	Schriftliche Bearbeitung von 50% der Übungsaufgaben und einmaliger Tafelvortrag und Diskussion einer Lösung *oder* Hausarbeit (ca. 10 Seiten) *oder* Seminarvortrag (ca. 30 Minuten)	-
Vorlesung und Übung II (Vorlesung und Übung)	2V+1Ü	-	Schriftliche Bearbeitung von 50% der Übungsaufgaben und einmaliger Tafelvortrag und Diskussion einer Lösung *oder* Hausarbeit (ca. 10 Seiten) *oder* Seminarvortrag (ca. 30 Minuten)	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Physik			

PHY_541d: Aufbaumodul Photonen und andere Quanten				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Im Rahmen einer Basisvorlesung erlernen die Studierenden Grundprinzipien der Laserphysik und Photonik. Sie können Probleme der Nanooptik, Quantenoptik sowie der nichtlinearen Optik und Spektroskopie lösen und auf Fragestellungen der Licht-Materiewechselwirkung in Quantensystemen anwenden. In einer Aufbauvorlesung werden die Kenntnisse vertieft. Insbesondere sind die Studierenden mit Quantenanregungen in Molekülen und kristallinen Festkörpern vertraut und können Konzepte der Ultrakurzzeitphysik wie Wellenpakete und semiklassische Beschreibungen anwenden. Sie können Quantenphysik komplexer Systeme beschreiben.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Mündliche Prüfung, 30 Minuten Klausur, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung und Übung (Vorlesung und Übung)	2V+1Ü	-	Schriftliche Bearbeitung von 50% der Übungsaufgaben und einmaliger Tafelvortrag und Diskussion einer Lösung *oder* Hausarbeit (ca. 10 Seiten) *oder* Seminarvortrag (ca. 30 Minuten)	-
Vorlesung und Übung (Vorlesung und Übung)	2V+1Ü	-	Schriftliche Bearbeitung von 50% der Übungsaufgaben und einmaliger Tafelvortrag und Diskussion einer Lösung *oder* Hausarbeit (ca. 10 Seiten) *oder* Seminarvortrag (ca. 30 Minuten)	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Physik			

PHY_541e: Aufbaumodul Klimaphysik				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	Der/Die Studierende verfügt über Überblickswissen über die Klimageschichte der Erde und ihre physikalischen Grundlagen. Er/Sie ist mit den Grundgleichungen und der Phänomenologie der Atmosphären-, Ozean- und Eisphysik vertraut, und kann die Physik atmosphärischer Prozesse, die Dynamik der atmosphärischen Zirkulation, und großskalige Atmosphären-, Ozean- und Landeisdynamik mittels Fluidgleichungen analysieren und beschreiben.			
Modul(teil)prüfungen (Anzahl, Form, Umfang):	Eine Prüfung der folgenden Formen: Mündliche Prüfung, 30 Minuten Klausur, 90 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Physik der Atmosphäre (Vorlesung und Übung)	2V+1Ü	-	Schriftliche Bearbeitung von 50% der Übungsaufgaben und einmaliger Tafelvortrag und Diskussion einer Lösung *oder* Hausarbeit (ca. 10 Seiten) *oder* Seminarvortrag (ca. 30 Minuten)	-
Dynamics of Climate System (Vorlesung und Übung)	2V+1Ü	-	Schriftliche Bearbeitung von 50% der Übungsaufgaben und einmaliger Tafelvortrag und Diskussion einer Lösung *oder* Hausarbeit (ca. 10 Seiten) *oder* Seminarvortrag (ca. 30 Minuten)	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Physik		

PHY_701: Höhere Experimentalphysik				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalte** Grundlagen und moderne Entwicklungen der höheren Experimentalphysik, beispielsweise Halbleiter, Magnetismus, Supraleiter, weiche Materie, nanostrukturierte Materialien, Quasiteilchen-Dynamik. **Qualifikationsziele** Die Studierenden - sind mit den Prinzipien der höheren Experimentalphysik vertraut - kennen deren Anwendungen - sind in der Lage, wissenschaftliche Inhalte in einem Fachvortrag zu präsentieren.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung und Übung (Vorlesung und Übung)	4	-	-	-
Seminar (Seminar)	2	Vortrag (30 Min.)	-	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe: V/Ü und SoSe: S			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Physik			

PHY_711: Höhere Theoretische Physik	Anzahl der Leistungspunkte (LP): 9
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalte** Die Vorlesung nebst begleitenden Übungen vermittelt Kenntnisse in der Quantentheorie von Vielteilchensystemen, der zweiten Quantisierung, der Feldquantisierung, und deren Anwendungen in der Molekül- und Festkörperphysik (Phononen, Magnonen, Polaritonen, Excitonen, Supraleitung, Superfluidität). Das Seminar ist aktuellen Problemen der theoretischen Physik gewidmet, die unter Zugrundelegung von Originalveröffentlichungen von Studierenden präsentiert und erörtert werden. **Qualifikationsziele** Die Studierenden - verfügen über vertiefte Kenntnisse der Konzepte und Methoden der Quantentheorie von Vielteilchensystemen - sind in der Lage, wissenschaftliche Inhalte in einem Fachvortrag zu präsentieren.

Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Klausur, 120 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	180			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Vorlesung und Übung (Vorlesung und Übung)	4	-	-	-
Seminar (Seminar)	2	Vortrag (30 Min.)	-	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe: V/Ü, SoSe: S		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Physik		

PHY_731a: Astroparticle Physics			Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6	
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalt** Themen der beobachtenden und theoretischen Astroteilchenphysik, welche die Forschungsinteressen der Dozenten widerspiegeln. Besonderer Wert wird auf ein Verständnis der spektralen Entwicklung und den Transport energetischer Teilchen im Raum gelegt. Als Beispiele dienen die Interpretation von Messungen der Neutrino- und Photonenemission aus Quellen nicht-thermischer Strahlung. **Qualifikationsziele** Die Studierenden können fortgeschrittene Methoden und Techniken der theoretischen Beschreibung energetischer Teilchen ineine Weltraum-Plasma-Umgebung anwenden. Für aktuelle Beobachtungsbeispiele können sie Daten hochenergetischer Emissionen analysieren und die Quellen dieser Emission charakterisieren.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Lehrveranstaltung(en) nach Wahl (Vorlesung oder Seminar oder Übung)	4 aus V und/oder S oder Ü	-	-	-

Häufigkeit des Angebots:	SoSe
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine
Anbietende Lehreinheit(en):	Physik

PHY_731c: Advanced Topics of Climate Physics				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalt** Themen der Klimaphysik, die an den aktuellen Forschungsinteressen der Dozenten ausgerichtet sind. Der Schwerpunkt liegt auf dem Verständnis der physikalischen Basis der verschiedenen Mechanismen, die das Klima und den Klimawandel bestimmen. **Qualifikationsziele** Die Studierenden sind vertraut mit dem aktuellen Verständnis des physikalischen Mechanismen, die das Klima und den Klimawandel bestimmen und können wissenschaftliche Zusammenhänge argumentativ darlegen.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Lehrveranstaltung(en) nach Wahl (Vorlesung oder Seminar oder Übung)	4 aus V und/oder S oder Ü	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe oder SoSe (alle vier Semester)			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Physik			

PHY_731e: Advanced Topics of Gravitational Physics		Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul	
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalt** Themen der Gravitationsphysik, welche an den Forschungsinteressen der Dozenten ausgerichtet sind. Die Themen umfassen Erzeugung und Nachweis von Gravitationswellen, Quantengravitation und Manifestation der Gravitation in der Struktur und Dynamik von Galaxien und Galaxienhaufen. **Qualifikationsziele** Die Studierenden können die wichtigsten Aspekte unseres aktuellen Verständnisses der Struktur und Dynamik des Universum wiedergeben.	
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Mündliche Prüfung, 30 Minuten	

Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Lehrveranstaltung(en) nach Wahl (Vorlesung oder Seminar oder Übung)	4 aus V und/oder S oder Ü	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe oder SoSe (alle vier Semester)		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Physik		

PHY_731g: Gravitation and Cosmology				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalt** Prinzipien der Relativitätstheorie, Einsteinsche Feldgleichungen, Schwarzschildlösung, Lichtablenkung, Periheldrehung, Radarechoverzögerung, Gravitationswellen, kosmologische Modelle. **Qualifikationsziele** Die Studierenden sind mit den Prinzipien der Allgemeinen Relativitätstheorie vertraut. Sie sind in der Lage, wissenschaftliche Inhalte in einem Fachvortrag zu präsentieren.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Vortrag, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Lehrveranstaltung(en) nach Wahl (Vorlesung oder Seminar oder Übung)	4 aus V und/oder S oder Ü	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Physik		

PHY_731i: Quantum Information				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalt** Begriffe und Konzepte der Quanteninformationsverarbeitung einschließlich Quantenkommunikation, Quantenkryptographie und Quantencomputer. **Qualifikationsziele** Die Studierenden sind vertraut mit den theoretischen Konzepten der Verarbeitung von Informationen zu Quantensystemen. Sie können paradigmatische Protokolle (BB84, Quanten-Teleportation, Quanten-Dichte-Kodierung)und Algorithmen (Josza-Deutsch Entscheidungsproblem, Grover Schnelle Datenbanksuche, Shor - Algorithmus) beschreiben und anwenden.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Vortrag, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Lehrveranstaltung(en) nach Wahl (Vorlesung oder Seminar oder Übung)	4 aus V und/oder S oder Ü	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe oder SoSe (alle vier Semester)			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Physik			

PHY_731k: Space Physics and Space Weather	Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalt** Der Kurs wird den Studenten die Vielfalt der physikalischen Probleme im Zusammenhang mit der Raum-Zeit, der Magnetosphärenphysik und der Weltraumumgebung darlegen: Überblick über die Geschichte der Weltraumerkundung. Einführung in grundlegende plasma-physikalischeProzesse auf der Sonne, im Sonnenwind,und auf irdischen und planetaren Magnetosphärenund Ionosphären. Kinematik von geladenen Teilchen,und Wellen-Teilchen-Wechselwirkungen. Strahlungsumwelt der Erde und der äußeren Planeten. Magnetohydrodynamik.Der Fokus des Kurses liegt auf theoretischen Berechnungen und numerischen Modellierungen für Raumfahrtmissionen: **Qualifikationsziele** Die Studierenden können fortgeschrittene Methoden und Techniken für die theoretische Beschreibung der Weltraumphysik anwenden. Sie können Beobachtungsdaten verschiedener Missionen analysieren und das Weltraumwetter charakterisieren.

Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Lehrveranstaltung(en) nach Wahl (Vorlesung oder Seminar oder Übung)	4 aus V und/oder S oder Ü	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe oder SoSe (alle vier Semester)			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Physik			

PHY_731m: Material Science				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalt** Struktur und Eigenschaften moderner funktionaler Materialien, experimentelle und theoretische Ansätze zur Analyse und Beschreibung von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen, biologische, bioinspirierte und artifizielle Materialsysteme, nanostruktierte Materialien, hierarchische Architekturen, Dünnschichtsysteme, Quanten-Confinement-Effekte, funktionale Grenzflächen und Oberflächen. **Qualifikationsziele** Studierende - sind mit Struktur und Eigenschaften ausgewählter funktionaler Materialien vertraut - sind in der Lage, den Stand der Forschung an diesen Materialien darzustellen und zu diskutieren.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontakt-zeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)-prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Lehrveranstaltung(en) nach Wahl (Vorlesung oder Seminar oder Übung)	4 aus V und/oder S oder Ü	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:	WiSe und SoSe			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	keine			
Anbietende Lehreinheit(en):	Physik			

PHY_731p: Particles and Fields				Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalt** Bausteine des Standardmodells der Elementarteilchen, als da sind Dirac- and Klein- Gordon Gleichung, (Quanten)Elektrodynamik, Weinberg-Salam elektroschwache Theorie, Quantenchromodynamik, Symmetrien und Symmetriebrechung, Goldstone-Bosonen, Higgs- Mechanism, CPT Theorem, CP-Verletzung. **Qualifikationsziele** Die Studierenden sind mit den Prinzipien und Anwendungen des Standardmodells der Elementarteilchen vertraut. Sie sind in der Lage, wissenschaftliche Inhalte in einem Fachvortrag zu präsentieren.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Vortrag, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Lehrveranstaltung(en) nach Wahl (Vorlesung oder Seminar oder Übung)	4 aus V und/oder S oder Ü	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe oder SoSe (alle vier Semester)		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Physik		

PHY_731q: Quantum Optics		Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul	
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalt** Aktuelle Forschungsthemen der Quantenoptik, die sich an den Ausrichtungen der beteiligten Professuren orientieren. Schwerpunkte sind das Verständnis von Master- und Quanten-Langevin-Gleichungen, von Korrelationen und Verschränkung, sowie von entarteten Vielteilchen-Systemen. **Qualifikationsziele** Die Studierenden - verfügen über die Grundbegriffe, Methoden und Anwendungen der Theorie von offenen Quantensystemen - können anhand aktueller Beispiele komplexe Quantensysteme charakterisieren.	
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Mündliche Prüfung, 30 Minuten	

Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Lehrveranstaltung(en) nach Wahl (Vorlesung oder Seminar oder Übung)	4 aus V und/oder S oder Ü	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Physik		

PHY_731s: Advanced Topics of Solid State Physics			Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6	
Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):	Wahlpflichtmodul			
Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:	**Inhalt** Langreichweitige Ordnungen in Festkörpern wie (Anti-)Ferroelektrika, (Anti-)Ferromagneten, Supraleiter, topologische Isolatoren; Phasenübergänge in Festkörpern; Spezielle Spektroskopietechniken und Streumethoden, Quasiteilchen in Festkörpern, Responsefunktionen. **Qualifikationsziele** Die Studierenden - sind mit verschiedenen Ordnungsphänomenen und Phasenübergängen in Festkörpern vertraut - sind in der Lage, die Ergebnisse spezieller Spektroskopietechniken zu interpretiern und auf die Beschreibung von Quasiteilchen in Festkörpern anzuwenden. - können wissenschaftliche Inhalte in einem Fachvortrag präsentieren.			
Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):	Mündliche Prüfung, 30 Minuten			
Selbstlernzeit (in Zeitstunden (h)):	120			
Veranstaltungen (Lehrformen)	Kontaktzeit (in SWS)	Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)		Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)
		Für den Abschluss des Moduls	Für die Zulassung zur Modulprüfung	
Lehrveranstaltung(en) nach Wahl (Vorlesung oder Seminar oder Übung)	4 aus V und/oder S oder Ü	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe und SoSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Physik		

<table>
<tr><td colspan="3">PHY_731t: Advanced Topics of Modern Astrophysics</td><td colspan="3">Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6</td></tr>
<tr><td>Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):</td><td colspan="5">Wahlpflichtmodul</td></tr>
<tr><td>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:</td><td colspan="5">Inhalt
Themen der beobachtenden und theoretischen Astrophysik, welche an den aktuellen / laufenden Forschungsvorhaben der Dozenten ausgerichtet sind.

Qualifikationsziele
Die Studierenden können fortgeschrittene theoretische und experimentelle Methoden und Techniken auf ein Spezialgebiet der Astrophysik anwenden.</td></tr>
<tr><td>Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):</td><td colspan="5">Mündliche Prüfung, 30 Minuten</td></tr>
<tr><td>Selbstlernzeit
(in Zeitstunden (h)):</td><td colspan="5">120</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Veranstaltungen (Lehrformen)</td><td rowspan="2">Kontaktzeit
(in SWS)</td><td colspan="2">Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)</td><td rowspan="2">Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)</td></tr>
<tr><td>Für den Abschluss des Moduls</td><td>Für die Zulassung zur Modulprüfung</td></tr>
<tr><td>Lehrveranstaltung(en) nach Wahl (Vorlesung oder Seminar oder Übung)</td><td>2x2 aus V und/ oder S oder Ü</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="6">Die/der Studierende wählt zwei Veranstaltungen (2x2SWS)</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="3">Häufigkeit des Angebots:</td><td colspan="3">WiSe oder SoSe (alle vier Semester)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:</td><td colspan="3">keine</td></tr>
<tr><td colspan="3">Anbietende Lehreinheit(en):</td><td colspan="3">Physik</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="3">PHY_731z: Frontiers of Physics</td><td colspan="3">Anzahl der Leistungspunkte (LP): 6</td></tr>
<tr><td>Modulart (Pflicht- oder Wahlpflichtmodul):</td><td colspan="5">Wahlpflichtmodul</td></tr>
<tr><td>Inhalte und Qualifikationsziele des Moduls:</td><td colspan="5">Inhalt
Das Modul umfasst Lehrveranstaltungen zu aktuellen Forschungsgebieten der Physik.

Qualifikationsziele
Die Studierenden verfügen über vertiefte Orientierungskenntnisse der Konzepte und Methoden aktueller Forschungsgebiete der Physik.</td></tr>
<tr><td>Modul(teil)prüfung (Anzahl, Form, Umfang):</td><td colspan="5">Vortrag, 30 Minuten</td></tr>
<tr><td>Selbstlernzeit
(in Zeitstunden (h)):</td><td colspan="5">120</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Veranstaltungen (Lehrformen)</td><td rowspan="2">Kontaktzeit
(in SWS)</td><td colspan="2">Prüfungsnebenleistungen (Anzahl, Form, Umfang)</td><td rowspan="2">Lehrveranstaltungsbegleitende Modul(teil)prüfung(en) (Anzahl, Form, Umfang)</td></tr>
<tr><td>Für den Abschluss des Moduls</td><td>Für die Zulassung zur Modulprüfung</td></tr>
</table>

Lehrveranstaltung(en) nach Wahl (Vorlesung oder Seminar oder Übung)	4 aus V und/oder S oder Ü	-	-	-
Häufigkeit des Angebots:		WiSe und SoSe		
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		keine		
Anbietende Lehreinheit(en):		Physik		