



Modulhandbuch

Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik

an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

basierend auf der Prüfungsordnung vom 1.4.2022

Stand: 21.3.2022

Legende

Legende

Ex = Exkursion

HS = Hauptseminar

LP = Leistungspunkt(e)

P = Pflichtveranstaltung

PR = Praktikum

PS = Proseminar

S = Seminar

SWS = Semesterwochenstunde(n)

T = Tutorium

Ü = Übung

V = Vorlesung

WP = Wahlpflichtveranstaltung

Impressum

Johannes Gutenberg-Universität Mainz

FB Physik, Mathematik und Informatik

Institut für Informatik

Staudingerweg 9

55099 Mainz

Homepage: www.informatik.uni-mainz.de

Infos zu den Studiengängen des Instituts: <https://www.studium.fb08.uni-mainz.de/informatik/>

Studienfachberatung: <http://helpdesk.fb08.uni-mainz.de>

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Informationen	4
Studienverlaufspläne	5
A 1 – Angleichungsmodule Informatik	7
A 2 – Vertiefungsmodule Informatik	13
A 3 – Spezialisierungsmodule Informatik	44
Masterseminar	50
Abschlussmodul	51
B – Schwerpunktfach Biologie	52
B 1 – Angleichungsmodule	52
B 2 – Spezialisierungsmodule	53
C – Schwerpunktfach Mathematik	56
C 1 – Angleichungsmodule der Mathematik	55
C 2 – Module im Bereich der Spezialisierung des Schwerpunkts Mathematik	56
D – Schwerpunktfach Meteorologie	59
D 1 – Angleichungsmodule der Meteorologie	59
D 2 – Module im Bereich der Spezialisierung des Schwerpunkts Meteorologie	60
E – Schwerpunktfach Physik	63
E 1 – Angleichungsmodule der Physik	63
E 2 – Module im Bereich der Spezialisierung des Schwerpunkts Physik	65
F – Schwerpunktfach Wirtschaftswissenschaften	68
F 1 – Angleichungsmodule der Wirtschaftswissenschaften	68
F 2 – Module im Bereich der Spezialisierung des Schwerpunkts Wirtschaftswissenschaften	69

Allgemeine Informationen

Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik

– mit Schwerpunktfach

- **Biologie**
- **Mathematik**
- **Meteorologie**
- **Physik oder**
- **Wirtschaftswissenschaften**

Im M.Sc. Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik können Absolventen aus den folgenden Studiengängen eingeschrieben werden:

- B.Sc. Informatik
- B.Sc. Mathematik
- B.Sc. Meteorologie
- B.Sc. Physik

Da die Voraussetzungen für die Studierenden durchaus unterschiedlich sind, wird versucht im Rahmen von sog. Angleichungsmodulen einen vergleichbaren Kenntnisstand für alle Studierenden zu erreichen. D.h. Studierende die bisher kein Informatikstudium absolviert haben, wählen die Angleichungsmodule der Informatik die Absolventen eines Informatikstudiengangs die Angleichungsmodule für das gewählte Schwerpunktfach.

Im Folgenden finden sie Aufstellungen bzgl. der zu besuchenden Module sowohl für die Bereiche der

- Angleichungsmodule,
- Spezialisierungsmodule und
- Vertiefungsmodule aus der Informatik.

1. Im Bereich der Angleichungsmodule sind insgesamt 27 LP zu erlangen. Die zugehörigen Prüfungen müssen bestanden werden, allerdings geht die Bewertung nicht in die Endnote ein.
2. Im Bereich der Spezialisierungsmodule (24 LP) können sowohl Module aus dem gewählten Schwerpunktfach (mind. 11 LP) als auch Module aus der Informatik gewählt werden.
3. Im Bereich der Vertiefungsmodule können nur Module aus dem Bereich der Informatik gewählt werden. Die Module beinhalten als Vertiefung neben der Vorlesung (mit Übung) noch ein Hauptseminar und ein Praktikum.

Bzgl. der Gestaltung ihres Studiums stehen die Fachstudienberater:innen gerne zur Verfügung.

Neben den aufgeführten Modulen kann beim Prüfungsausschuss die Zulassung weiterer Module beantragt werden.

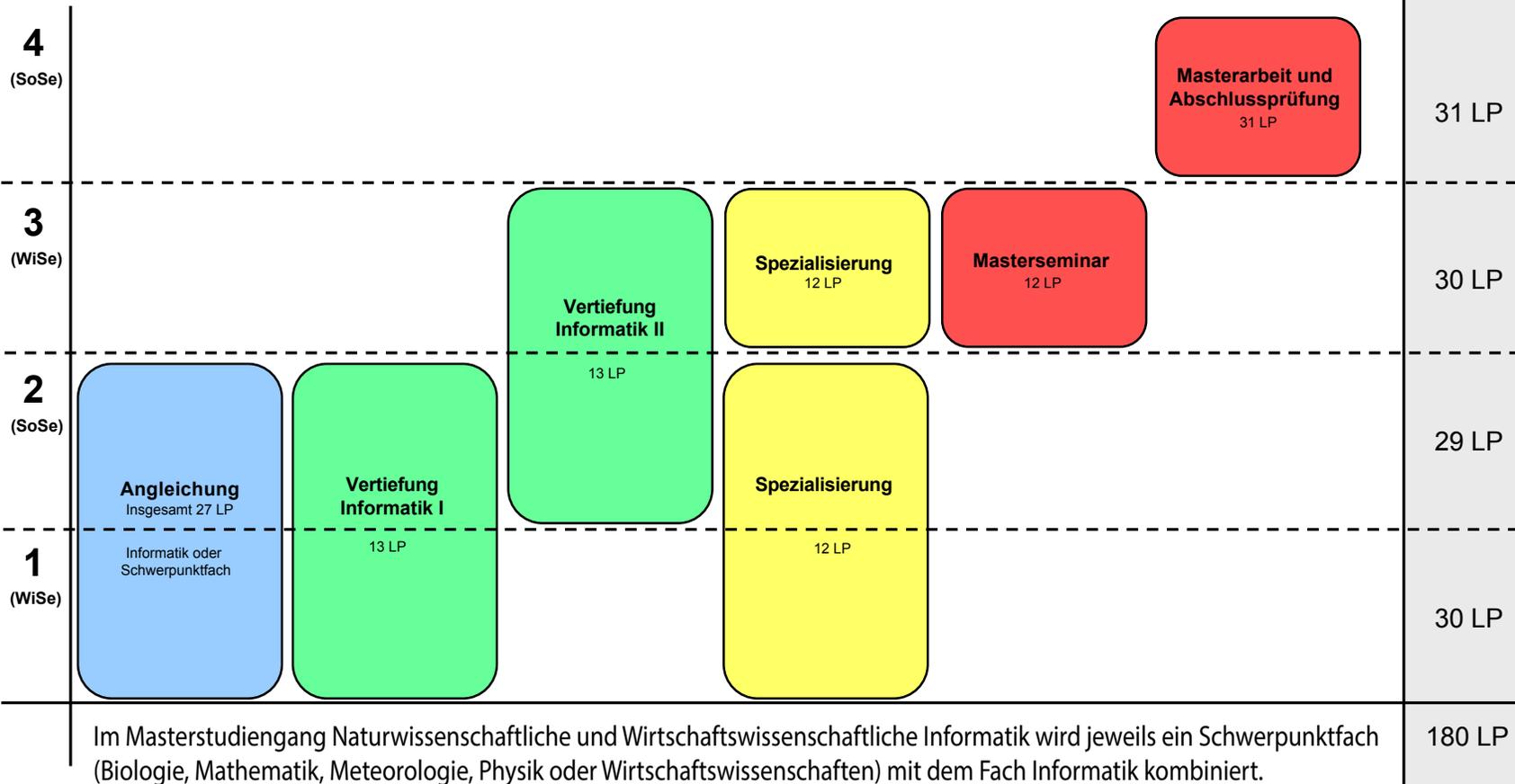
Sollten die aufgeführten Module bereits erfolgreich abgeschlossen sein, können nach Rücksprache mit der Studienfachberatung auch andere Module gewählt werden.

Studienverlaufspläne

Im folgenden finden Sie exemplarische Studienverlaufspläne. Sie zeigen eine Möglichkeit wie Sie z.B. ihr Studium gestalten können. Abhängig vom gewählten Schwerpunktfach und ihrem bisherigen B.Sc.-Studiengang kann sich ihr persönlicher Studienverlaufsplan durchaus anders darstellen. Am besten besprechen Sie zu Beginn des Studiums mit einem unserer Studienfachberater:innen ihren persönlichen Studienverlauf.

M.Sc. Naturwissenschaftliche Informatik/ M.Sc. Wirtschaftswissenschaftliche Informatik

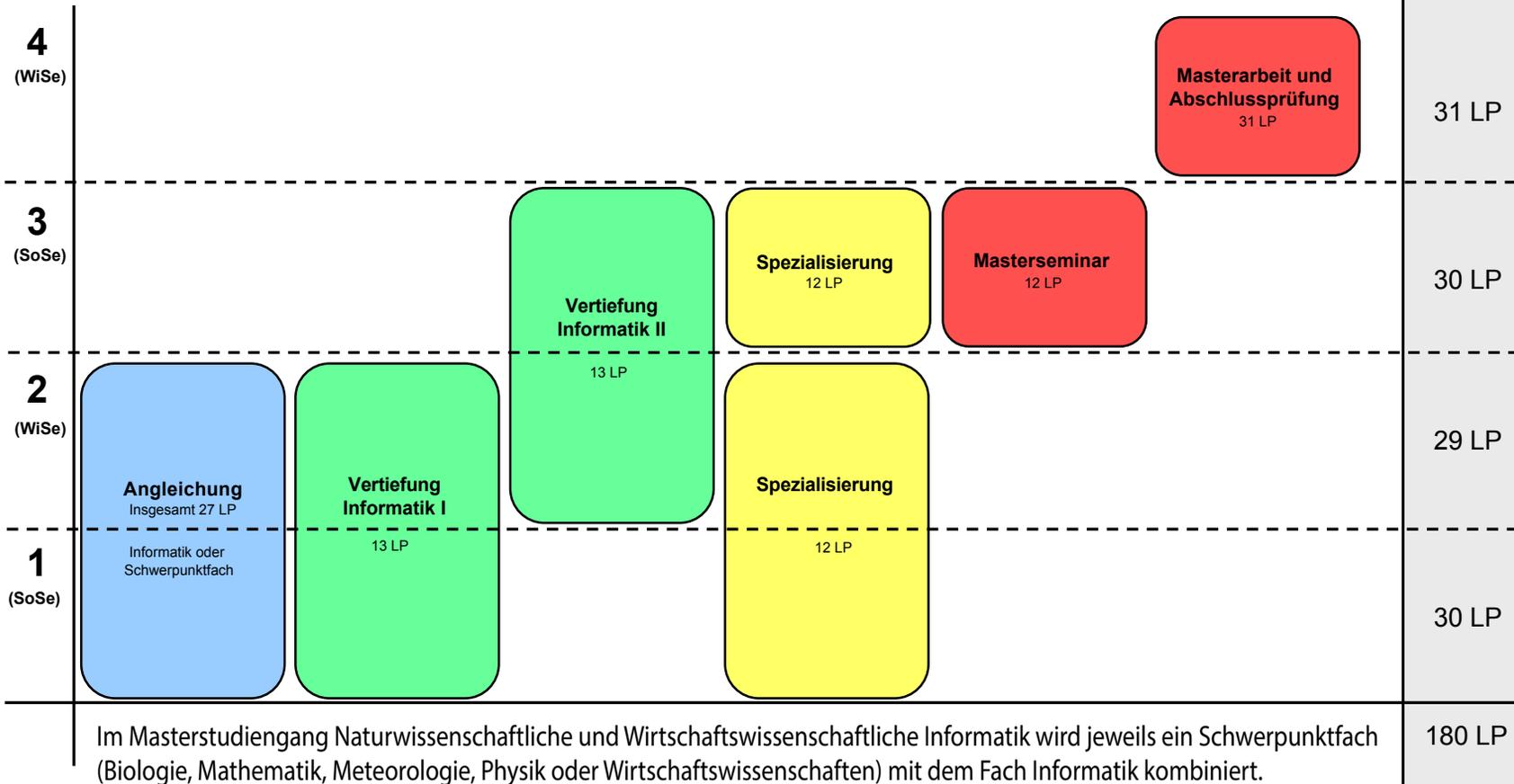
Studienbeginn im Wintersemester



Im Masterstudiengang Naturwissenschaftliche und Wirtschaftswissenschaftliche Informatik wird jeweils ein Schwerpunktfach (Biologie, Mathematik, Meteorologie, Physik oder Wirtschaftswissenschaften) mit dem Fach Informatik kombiniert. Dieser Studienverlaufsplan bildet daher nur die grundsätzliche Struktur des Masterstudiums ab. Ein individueller Lehrplan mit entsprechender Schwerpunktfachwahl wird zu Beginn des Studiums mit den Studienfachberatern der Informatik erstellt.

M.Sc. Naturwissenschaftliche Informatik/ M.Sc. Wirtschaftswissenschaftliche Informatik

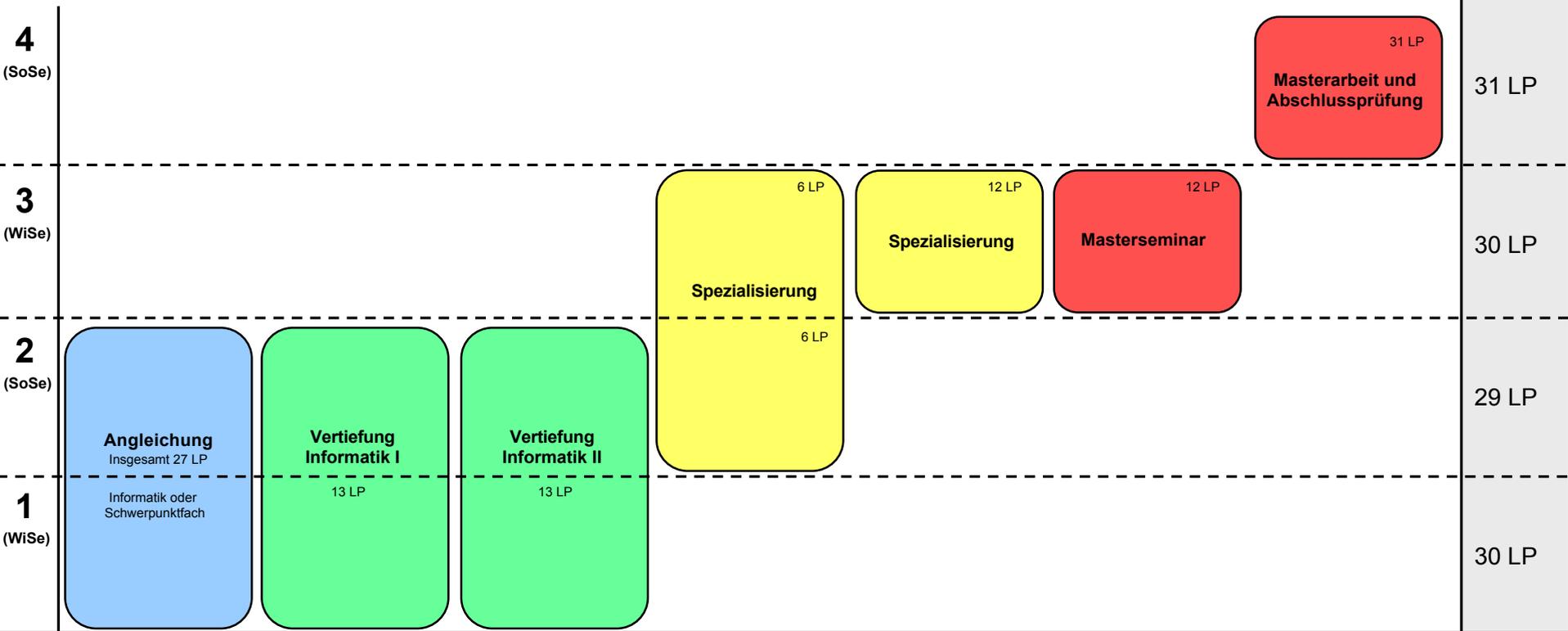
Studienbeginn im Sommersemester



Im Masterstudiengang Naturwissenschaftliche und Wirtschaftswissenschaftliche Informatik wird jeweils ein Schwerpunktfach (Biologie, Mathematik, Meteorologie, Physik oder Wirtschaftswissenschaften) mit dem Fach Informatik kombiniert. Dieser Studienverlaufsplan bildet daher nur die grundsätzliche Struktur des Masterstudiums ab. Ein individueller Lehrplan mit entsprechender Schwerpunktfachwahl wird zu Beginn des Studiums mit den Studienfachberatern der Informatik erstellt.

M.Sc. Naturwissenschaftliche Informatik/ M.Sc. Wirtschaftswissenschaftliche Informatik

Studienbeginn im Wintersemester

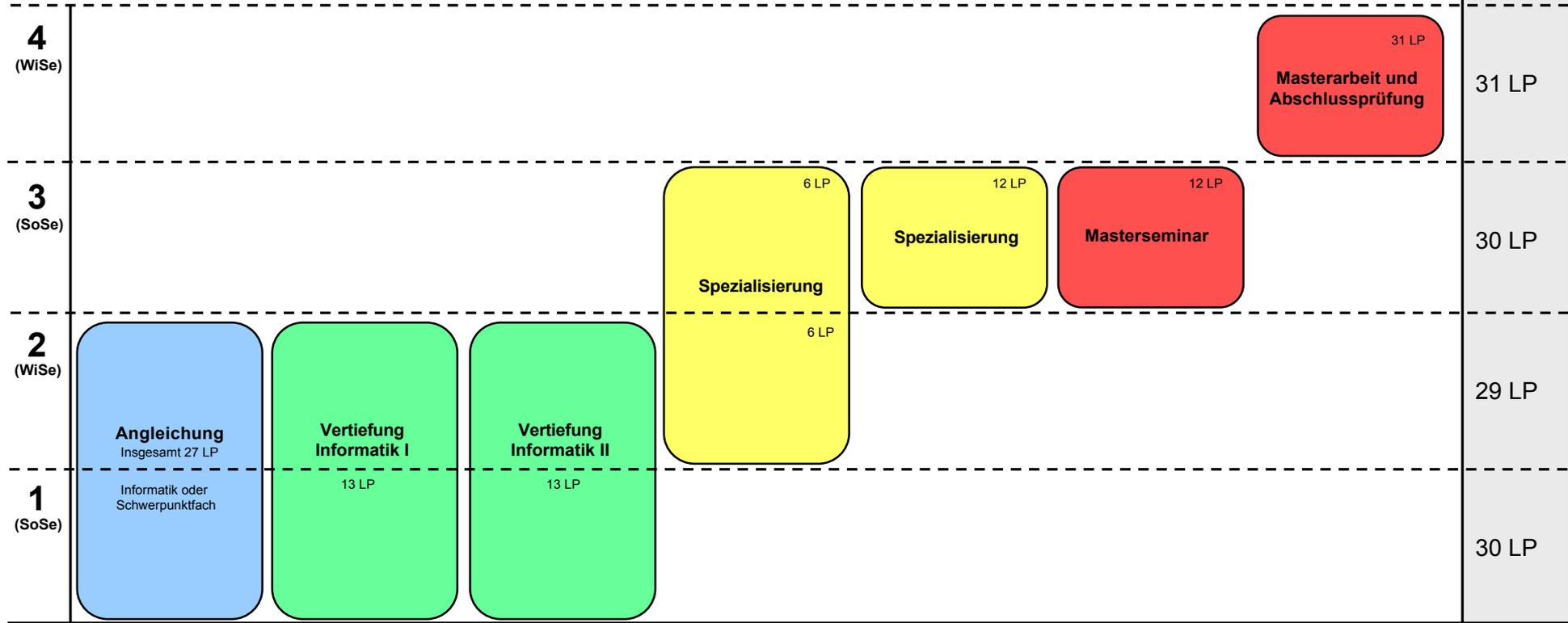


Im Masterstudiengang Naturwissenschaftliche und Wirtschaftswissenschaftliche Informatik wird jeweils ein Schwerpunktfach (Biologie, Mathematik, Meteorologie, Physik oder Wirtschaftswissenschaften) mit dem Fach Informatik kombiniert. Dieser Studienverlaufsplan bildet daher nur die grundsätzliche Struktur des Masterstudiums ab. Ein individueller Lehrplan mit entsprechender Schwerpunktfachwahl wird zu Beginn des Studiums mit den Studienfachberatern der Informatik erstellt.

180 LP

M.Sc. Naturwissenschaftliche Informatik/ M.Sc. Wirtschaftswissenschaftliche Informatik

Studienbeginn im Sommersemester



Im Masterstudiengang Naturwissenschaftliche und Wirtschaftswissenschaftliche Informatik wird jeweils ein Schwerpunktfach (Biologie, Mathematik, Meteorologie, Physik oder Wirtschaftswissenschaften) mit dem Fach Informatik kombiniert. Dieser Studienverlaufsplan bildet daher nur die grundsätzliche Struktur des Masterstudiums ab. Ein individueller Lehrplan mit entsprechender Schwerpunktfachwahl wird zu Beginn des Studiums mit den Studienfachberatern der Informatik erstellt.

180 LP

A1 - Angleichungsmodule Informatik

Studierende die als Schwerpunktfach Informatik gewählt haben müssen im Bereich der Angleichungsmodule insgesamt 27 LP erlangen.

Folgende Module müssen im Bereich der Angleichung gewählt werden und mit einer erfolgreichen Moulprüfung abgeschlossen werden. Die Noten der Angleichungsmodule gehen nicht in die Endnote ein. Im Angleichungsmodul muss ein Praktikum (3 LP) gewählt werden.

M.Sc.-Angleichung-Informatik I					
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Pflichtmodul				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	9 o. 12 LP = 270 - 360 h				
Moduldauer	1 - 2 Semester				
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Datenstrukturen und effiziente Algorithmen	Vorlesung	P	4 SWS / 42 h	138 h	6
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Approaching Programming Contests	Praktikum	WP	2 SWS / 21 h	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	Praktikum Approaching Programming Contests				
Begründung der Anwesenheitspflicht	Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.				
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3				
Studienleistung(en)	Praktikum Approaching Programming Contests: Portfolio und Präsentation				
Modulprüfung(en)	Vorlesung Datenstrukturen und effiziente Algorithmen: Klausur (120 Minuten)				
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen					
Im Rahmen dieses Moduls sollen die evtl. noch fehlenden Qualifikationen für den Masterstudiengang nachgeholt werden.					
Datenstrukturen und effiziente Algorithmen					
Der Modul vermittelt die wichtigen Basisalgorithmen der Informatik. Das Grundwissen über effiziente Algorithmen und Datenstrukturenfördert die Problemlösungsfähigkeiten der Studierenden. Sie sollen in der Lage sein, einfache Probleme von der Auswahl der Verfahrenbis zur effizienten Implementierung zu lösen.					
Inhale					
Vorlesung Datenstrukturen und effiziente Algorithmen					
<ul style="list-style-type: none"> • grundlegende Datenstrukturen und Algorithmen: Sortieren, Suchbäume, Prioritätswarteschlangen, Skiplisten, Hashing, Union-Find • Graphalgorithmen: Zusammenhangskomponenten, Wegesuche, Spannbäume, Matching, Flüsse • Paradigmen des Algorithmenentwurfs: Divide & Conquer, dynamisches Programmieren, randomisierte Algorithmen, Greedy Strategien • Analysetechniken: Analyse randomisierter Algorithmen, amortisierte Analyse 					
Praktikum Approaching Programming Contests					
Im "Approaching Programming Contests"-Praktikum können Studenten interessante Probleme bearbeiten, wie sie in Programmierwettbewerben gestellt werden könnten. Es richtet sich an Studenten, die Einführungsveranstal-					

tungen wie "Einführung in die Programmierung" oder "Datenstrukturen und effiziente Algorithmen" gehört haben. Während bei letztgenannter Veranstaltung die asymptotische Laufzeitanalyse von Algorithmen im Vordergrund steht, müssen die Studenten im Praktikum auch praktische Aspekte beachten: Ein effizienter Algorithmus kann aufwändiger in der Implementierung sein, und seine Stärken könnten erst bei Eingabegrößen zum Vorschein kommen, die weit über denen der Aufgabenstellung liegen. Andererseits sind naive Algorithmen oft zu langsam für die gegebene Zeitbegrenzung.

Typische Probleme sind unter anderem das Finden von kürzesten Pfaden in Netzwerken, das Zählen aller möglichen Lösungen für ein kombinatorisches Problem, geometrische Berechnungen, und schnelle Multiplikation oder Faktorisierung.

Zugangsvoraussetzung(en)	keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	gute Programmierkenntnisse und math. Grundkenntnisekeine
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	0 LP
Häufigkeit des Angebots	jährlich
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Schömer, Univ.-Prof. Dr. Elmar
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	
Das Praktikum findet wöchentlich während der Vorlesungszeit statt.	

M.Sc.-Angleichung-Informatik II

Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Pflichtmodul				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	5 o. 8 LP = 150 - 240 h				
Moduldauer	1 - 2 Semester				
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Programmiersprachen	Vorlesung	WP	2 SWS / 21 h	39 h	2
Software-Engineering / Software-Technik	Vorlesung	WP	2 SWS / 21 h	39 h	2
Datenbanken	Vorlesung	WP	2 SWS / 21 h	69 h	2
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Praktikum	Praktikum	WP	2 SWS / 21 h	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	Praktikum				
Begründung der Anwesenheitspflicht	Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.				
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3				
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio				

Modulprüfung(en)	Für die gewählte Vorlesung (eine aus drei) ist eine Klausur zu schreiben. Vorlesung Programmiersprachen: Klausur (120 Minuten) Vorlesung Software-Engineering / Software-Technik: Klausur (120 Minuten) Vorlesung Datenbanken: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündl. Prüfung (20-30 Min.)
------------------	--

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Im Rahmen dieses Moduls können weitere notwendige Grundlagen aus der Informatik für das Masterstudium vermittelt werden.

Programmiersprachen

Kennenlernen der logischen und funktionalen Programmierparadigmen; Vertiefung des Zeiger- und Adresskonzepts in der Programmiersprache C

Datenbanken

Datenbanktechnologie ist eine Schlüsseltechnologie der praktischen und angewandten Informatik. nach Absolvieren des Moduls beherrschen die Studierenden auch die semantisch korrekte Modellierung eines Sachverhalts als Voraussetzung für den Datenbankentwurf. Einen weiteren Schwerpunkt bildet das Erlernen der Datenbanksprache SQL. Hierdurch sollen die Studierenden befähigt werden, die erworbenen Kenntnisse praktisch umzusetzen.

Software-Engineering

Software-Engineering ist die Teildisziplin der Informatik, welche sich mit der Entwicklung und Anwendung von Prinzipien, Methoden und Werkzeugen zur Erstellung, zum Betrieb und zur Wartung von großen Softwaresystemen befasst. Ziel der Veranstaltung ist es, entlang der zentralen Tätigkeiten zur Entwicklung von Softwaresystemen einen Überblick über diese Prinzipien, Methoden und Werkzeuge zu geben. Diese Veranstaltung soll die Teilnehmer in die Lage versetzen, die Vorgehensweisen und Hilfsmittel der Softwaretechnik in den verschiedenen Phasen der Software-Entwicklung und -Wartung einschätzen und anwenden zu können.

Praktikum

Im Rahmen eines ergänzend zu wählendes Praktikums sollen die in einer Vorlesung erlangten Kenntnisse in Rahmen eines größeren Projektes umgesetzt werden. Hierbei werden insbesondere die üblichen Prozessschritte im Rahmen der Softwareentwicklung kennengelernt und insbesondere das teamorientierte Arbeiten.

Inhalte

Vorlesung Programmiersprachen

Programmiersprachen sind das wohl wichtigste Werkzeug zur Entwicklung von Software, und das Erlangen von Programmierkompetenzen setzt immer zunächst die Beherrschung einer Programmiersprache voraus. In der Veranstaltung "Programmiersprachen" wollen wir untersuchen, was eine Programmiersprache eigentlich ausmacht, woraus sie besteht. Dazu untersuchen wir grundlegende Programmierkonzepte: wozu sie dienen und wie sie funktionieren. Wir behandeln die folgenden Konzepte:

- Syntax
- Interpreter Semantik
- Variablen als Platzhalter
- Funktionen erster und höherer Ordnung
- Algebraische Datentypen und Pattern Matching
- Rekursion
- Veränderliche Variablen und Speicherverwaltung
- Objektorientierung
- Operationale Semantik

Vorlesung Software-Engineering / Software-Technik

Software-Engineering ist die Teildisziplin der Informatik, welche sich mit der Entwicklung und Anwendung von Prinzipien, Methoden und Werkzeugen zur Erstellung, zum Betrieb und zur Wartung von großen Softwaresystemen befasst. Verschiedene Vorgehensmodelle werden diskutiert, die allesamt folgende Teilschritte umfassen: Anforderungsspezifikation, Entwurf (Architektur und Low-Level Entwurf) sowie Verifikation und Validierung. Zudem werden die Projektmanagementaspekte erklärt: Software Projekt Management, Projektplanung und Softwarequalität. Abgerundet wird die Veranstaltung durch moderne Themen wie service-orientierte Architekturen und aspekt-orientierte Softwareentwicklung.

- Softwaretechnik: Definition, Arten von Software, Aktivitäten: Spezifikation, Entwicklung, Validierung und Evolution
- Prozesse: Wasserfall Modell, V-Modell, Boehm's Spiralenmodell, RUP (moderne generische Prozessmodelle), agile Methoden (Scrum, XP, ...)
- Anforderungsspezifikation: Benutzer- und Systemanforderungen, Lastenheft und Pflichtenheft, funktionale und nicht-funktionale Anforderungen, Qualitätsmerkmale von Anforderungen
- Entwurf: Architektur- und Entwurfsmuster nach Buschmann und Ko-Autoren,
- Verifikation und Validierung: Inspektion (Code Review), Testarten, Defect Test, Validierungstest, Unit Test, Komponententest, Systemtest, Regressionstest

- Projektmanagement: Risikomanagement, Kontingenzplan, Persönlichkeitstypen
- Projektplanung: Meilensteine, Deliverables, Gantt Charts
- Kostenschätzung: COCOMO2 model
- Qualitätsmanagement: Qualitätsplan, ISO 9001 Standard, Softwaremetriken, CMMI Modell zur Prozessverbesserung

Vorlesung Datenbanken

- Einleitung und Übersicht über Datenbankmanagementsysteme
- Datenbankentwurf: Entity-Relationship Modellierung, Funktionalitäten, (min, max)-Notation
- Das relationale Modell: relationale Algebra, Tupelkalkül und Domänenkalkül
- Relationale Anfragesprachen: SQL, Datendefinitions-, Datenmanipulations- und Datenbank-anfragesprache, Rekursion, Sichten, Query-by-Example
- Datenintegrität: referentielle Integrität, Integritätsbedingungen, Trigger
- Relationale Entwurfstheorie: funktionale Abhängigkeiten, mehrwertige Abhängigkeiten, Dekomposition von Relationen, Normalformen
- Physische Datenorganisation: Indexstrukturen
- Anfrageoptimierung: logische Optimierung, physische Optimierung
- Transaktionsverwaltung
- Überblick über NoSQL-Datenbanken

Zugangsvoraussetzung(en)	keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Grundkenntnisse der Programmierung
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	0 LP
Häufigkeit des Angebots	jährlich
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Lehrende der Informatik (siehe Modulhandbuch des B.-Sc. Informatik-Studiengangs)
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	
Seitens der Studierenden ist eine der drei Lehrveranstaltungen zu wählen und erfolgreich abzuschließen.	

Angleichung III - Formale Sprachen und Berechenbarkeit					08.079.050
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Pflichtmodul				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	5 LP = 150 h				
Moduldauer	1 Semester				
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Formale Sprachen und Berechenbarkeit	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	39 h	2
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	keine				

Begründung der Anwesenheitspflicht	
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung(en)	Vorlesung Formale Sprachen und Berechenbarkeit: Klausur (120 Minuten)
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen	
Die Studierenden (Formale Sprachen und Berechenbarkeit) <ul style="list-style-type: none"> • verfügen über ein Verständnis für die Grundlagenfragen der Informatik; • kennen Automaten und formale Sprachen sowie deren Zusammenhänge; • kennen Verfahren zur Beurteilung der Berechenbarkeit und Entscheidbarkeit; • können mathematische Methoden zur Klärung von Grundlagenfragen der Informatik anwenden. Vermittlung der theoretischen Grundlagen der Informatik, Beherrschung der formalen Konzepte	
Inhale	
Vorlesung Formale Sprachen und Berechenbarkeit <ul style="list-style-type: none"> • Formale Sprachen und Grammatiken, • endliche Automaten und Kellerautomaten, • Chomsky-Hierarchie • Turing-Maschinen, • Unentscheidbarkeit • Reduktionen Übung zur Vorlesung Formale Sprachen	
Zugangsvoraussetzung(en)	Mathematikkenntnisse
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Keine
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	0 LP
Häufigkeit des Angebots	Jedes Sommersemester
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Althaus, Univ.-Prof. Dr. Ernst
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	

Angleichung IV - Komplexitätstheorie		08.079.055
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Pflichtmodul	
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	5 LP = 150 h	
Moduldauer	1 Semester	

Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Komplexitätstheorie	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	39 h	2
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	keine				
Begründung der Anwesenheitspflicht					
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3				
Studienleistung(en)					
Modulprüfung(en)	Vorlesung Komplexitätstheorie: Klausur (120 Minuten)				
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen					
<p>Die Studierenden (Komplexitätstheorie)</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen Komplexitätsmaße und Methoden zur Bewältigung von Komplexität; • können die Komplexität von mathematischen Fragestellungen beurteilen • kennen Lösungsverfahren für komplexe Problem und können diese anwenden <p>Vermittlung der theoretischen Grundlagen der Informatik, Beherrschung der formalen Konzepte</p>					
Inhale					
<p>Vorlesung Komplexitätstheorie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Algorithmusbegriff • Einfaches Rechnermodell und Aufwandsabschätzung • Klassen P und NP • NP-Vollständigkeit • Algorithmen für NP-vollständige Probleme • Randomisierung • Einführung in die Kryptographie 					
Zugangsvoraussetzung(en)			Mathematikkenntnisse		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls			Keine		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)			Deutsch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote			0 LP		
Häufigkeit des Angebots			Jedes Wintersemester		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter			Althaus, Univ.-Prof. Dr. Ernst		
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen			Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik		
Literatur					
Sonstiges					

A2 - Vertiefungsmodule Informatik

Im Vertiefungsbereich sind insgesamt mindestens 26 LP einzubringen. D.h. es sind zwei Module aus dem Bereich der Informatik zu wählen. In jedem Modul ist sowohl eine Vorlesung plus Übung, ein Hauptseminar und ein Praktikum zu belegen.

Bereits im B.Sc.-Studiengang belegte Module können nicht als Vertiefungsmodule gewählt werden. Das Modul wird über zwei Modulteilprüfungen (Vorlesung und Hauptseminar) geprüft. Die meisten Module werden nur jährlich angeboten.

Fortgeschrittene Algorithmen						08.079.450
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h					
Moduldauer	1 - 2 Semester					
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP	
Fortgeschrittene Algorithmen	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4	
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum					
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.					
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio					
Modulprüfung(en)	Vorlesung Fortgeschrittene Algorithmen: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Der/die Studierende <ul style="list-style-type: none"> • kennt weiterführende methodische Ansätze für den Entwurf und die Analyse von Algorithmen, • identifiziert algorithmische Probleme aus unterschiedlichen Bereichen und kann diese entsprechend formal formulieren, • kann die Berechnungskomplexität algorithmischer Probleme aus unterschiedlichen Bereichen analysieren und einschätzen, • kann geeignete algorithmische Lösungstechniken erkennen und neu entwerfen 						
Inhale						
Vorlesung Fortgeschrittene Algorithmen						

<ul style="list-style-type: none"> • Vertiefende Ansätze für aus der Veranstaltung „Datenstrukturen und effiziente Algorithmen“ (DSeA) bekannte Fragestellungen • Online-Algorithmen • Parametrisierte Analyse • Analysemethodik außerhalb der worst-case-Betrachtung • Aktuelle Themen der Algorithmik 	
Zugangsvoraussetzung(en)	Keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module "Komplexitätstheorie" und "Datenstrukturen und effiziente Algorithmen"
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein.
Häufigkeit des Angebots	Alle zwei Jahre
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Althaus, Univ.-Prof. Dr. Ernst
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	

Graphalgorithmen					
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h				
Moduldauer	1 Semester				
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Graphalgorithmen	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum				
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.				
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3				
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio				

Modulprüfung(en)	Vorlesung Graphalgorithmen: In der Regel Klausur (120 Minuten), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen	
Der/die Studierende <ul style="list-style-type: none"> • kennt weiterführende methodische Ansätze für den Entwurf und die Analyse von Graphalgorithmen, • identifiziert algorithmische Probleme aus unterschiedlichen Bereichen und kann diese entsprechend formal formulieren, • kann die Berechnungskomplexität algorithmischer Probleme aus unterschiedlichen Bereichen analysieren und einschätzen und • kann geeignete algorithmische Lösungstechniken erkennen und neu entwerfen. 	
Inhale	
Vorlesung Graphalgorithmen <ul style="list-style-type: none"> • Matching-Algorithmen • Randomisierte Graphalgorithmen • Parametrisierte Graphalgorithmen • Algorithmen für planare Graphen Aktuelle Themen der Algorithmik.	
Zugangsvoraussetzung(en)	keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module "Komplexitätstheorie" und "Datenstrukturen und effiziente Algorithmen"
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein.
Häufigkeit des Angebots	Alle zwei Jahre
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Althaus, Univ.-Prof. Dr. Ernst
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	

Algorithmen und Techniken der Optimierung		08.079.456
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul	
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h	
Moduldauer	1 - 2 Semester	

Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Algorithmen und Techniken der Optimierung	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum				
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.				
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3				
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio				
Modulprüfung(en)	Vorlesung Algorithmen und Techniken der Optimierung: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)				
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen					
Nach Absolvieren des Moduls sollten Studierende: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Lösungsverfahren für Lineare und Gemischt-Ganzzahlige Optimierungsprobleme in Standardform kennen. • Kombinatorische Optimierungsprobleme sowie praktische Problemstellung als gemischt-ganzzahliges Programm modellieren formulieren können. • Fortgeschrittene Lösungsverfahren und Dekompositionstechniken kennen und für Anwendungsprobleme geeignete Techniken auswählen und einsetzen können. • Auf linearer Optimierung basierende Approximations- und Rundungstechniken kennen 					
Inhalte					
Vorlesung Algorithmen und Techniken der Optimierung <ul style="list-style-type: none"> • Algorithmen der Linearen und ganzzahligen Optimierung • Modellierungstechniken für kombinatorische und gemischt-ganzzahlige Probleme • Dekompositionstechniken: Lagrange-Relaxation, Dantzig-Wolfe-Dekomposition, Benders Dekomposition • LP-basierte Rundungstechniken, Iterative-Rounding 					
Zugangsvoraussetzung(en)			Keine		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls			Modul Datenstrukturen und effiziente Algorithmen, sowie solide Kenntnisse der Linearen Algebra		
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)			Deutsch		
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote			Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein.		
Häufigkeit des Angebots			Jedes Sommersemester		
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter			Fischer, Frank		
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen			Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik		

Literatur
Sonstiges
Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert.

Modellierung I (lineare Modelle)					08.079.314
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h				
Moduldauer	1 - 2 Semester				
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Modellierung I	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum				
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.				
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3				
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio				
Modulprüfung(en)	Vorlesung Modellierung I: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)				
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen					
<p>Die Veranstaltung verbindet die Theorie mathematischer Modellierung mit der praktischen Umsetzung im Rechner. Betrachtet werden im wesentlichen lineare Modelle:</p> <p>Theorie: Die Studierenden verstehen die Struktur und die Anwendungsmöglichkeiten linearer mathematischer Modelle, sowie den approximativen Abgleich von linearen Modellen mit unpräzisen Daten mittels quadratischer Variationsansätze (least-squares). Sie verstehen auch die grundlegenden Probleme, die damit einhergehen (schlecht gestellte Probleme, Regularisierung, Charakteristiken von Rauschen, Ausdruckskraft linearer Modelle).</p> <p>Praxis: Die Studierenden sind in der Lage, die o.g. abstrakten Werkzeuge konkret in eine effiziente Implementation auf dem Computer umzusetzen. Dabei verstehen Sie, wie Information digital repräsentiert wird (Auflösungslimits, Aliasing) und sich die mathematischen Strukturen im Rechner abbilden lassen, insbesondere in Hinblick auf die Modellierung geometrischer und dynamischer Phänomene.</p> <p>Die Studierenden können projekt- und teamorientiert arbeiten.</p>					
Inhale					
<p>Vorlesung Modellierung I</p> <p>Die Vorlesung behandelt lineare Modellierung, inklusive differentieller Modelle und quadratischer Optimierung.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 					

<p>Wiederholung: mathematische Werkzeuge aus dem Grundstudium (Vektorräume, Funktionenräume, multi-variante quadratische Polynome).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inverse Probleme: Analyse mittels Basistransformation (SVD), Regularisierung. • Least-Squares: Grundlagen, Total-Least-Squares, Zusammenhang mit Matrixfaktorisierung, robuste Statistik mit nicht-quadratischen Modellen und deren Implementation mittels „iteratively-reweighted least-squares“. • Datenstrukturen: für geometrische und dynamische Modellierung (Gitter, Meshes, Punktwolken, implizite Flächen). • Signaltheorie: Abtastung und Rekonstruktion, (Anti-) Aliasing, Design linearer Basen. Irreguläre Abtastung. • Differentielle Modellierung: Differentialgleichungen (DGLs, PDGLs), Funktionale über differentielle Eigenschaften, Modellierung und Analyse dynamischer Systeme. • Diskretisierung: elementare Verfahren zur numerischen Behandlung. • Variationsansätze: Modellierung durch Aufstellen und Minimieren von Energiefunktionalen. Beispiele für (vor allem quadratische) Funktionale und deren Anwendung für die Approximation von Messdaten und Regularisierung von Lösungen, Lösung durch direkte Optimierung und Charakterisierung der Lösung durch die Euler-Lagrange-Gleichung, „harte“ Zwangsbedingungen durch Lagrange-Multiplikatoren. <p>In Vorlesung, Übungen und dem Praktikum werden Theorie und Praxis der linearen Modellierung miteinander verbunden.</p>	
Zugangsvoraussetzung(en)	Keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Zum Besuch des Moduls sind Grundkenntnisse der höheren Mathematik aus dem Grundstudium (Mathematik bzw. Statistik für Informatiker/innen) sowie gute Programmierkenntnisse (z.B. erworben durch Besuch von „Einführung in die Programmierung“ und „Einführung in die Softwareentwicklung“) notwendig. Es wird empfohlen, vertiefende Mathematikkenntnisse zu erwerben (Grundvorlesungen Lineare Algebra / Analysis für Mathematiker oder Vorlesungen aus der Reihe Mathematik für Physiker, z.B. durch Wahl eines entsprechenden Nebenfaches). Kenntnisse aus dem Praktikum „Angewandte Mathematik am Rechner“ sowie der Vorlesung „Computer Graphik“ sind hilfreich, aber nicht zwingend nötig.
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein.
Häufigkeit des Angebots	Jedes Wintersemester
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Wand, Michael
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	
Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert	

Modellierung II (statistische Datenmodellierung)		08.079.318
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul	
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h	
Moduldauer	1 - 2 Semester	

Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Modellierung II	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:

Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio
Modulprüfung(en)	Vorlesung Modellierung II: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)

Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Veranstaltung vertieft die Veranstaltung Modellierung I in Bezug auf statistische Methoden zur Modellierung von Strukturen in (beobachteten/gemessenen) Daten. Ziel ist es, zu verstehen, wie man die Frage „Muster in Daten zu verstehen“ in der Sprache der Wahrscheinlichkeitstheorie formalisieren kann, wie dies zu verschiedenen Algorithmen zur statistischen Datenanalyse (maschinelles Lernen) führt, und wo sich diese Prinzipien auch in aktuellen Verfahren auf Basis tiefer künstlicher Neuronaler Netze wiederfinden. Die Veranstaltung ist entsprechend weniger methodisch als analytisch ausgerichtet, komplementär zu anderen Angeboten im Bereich KI und maschinelles Lernen.

Studierende lernen in dieser Veranstaltung, wie man intuitive Begriffe von Verständnis von Daten mathematisch als Wahrscheinlichkeitsmodelle formalisieren kann, welche Grundlegenden Probleme dabei Auftreten können (insbesondere die Schwierigkeit, den Generalisierungsfehler abzuschätzen) und welche Maßnahmen dagegen angewandt werden können (Occam's Razor, automatische Steuerung der Modellkomplexität). Des Weiteren lernen Studierende eine Reihe von Modellierungswerkzeugen kennen, die Aspekte des Verhaltens komplexer Systeme beschreiben können, und mit denen man Strukturen in Daten beschreiben kann. Dazu zählt auch das Verhalten von statistisch lernenden Systemen selbst.

Die Vorlesung soll hinleiten zur Befähigung, aktuelle methodische und analytische Forschungsliteratur im Bereich des maschinellen Lernens selbstständig erschließen zu können. Die Veranstaltung kann zwar nur einen ersten Einblick in die vielfältigen Modelle und Ansätze bieten, legt aber damit wichtige Grundlagen zum Verständnis der Diskussion in diesem Gebiet

Inhale

Vorlesung Modellierung II

Die Vorlesung besteht aus zwei wesentlichen Teilen:

- Grundlagen der statistischen Datenmodellierung**•Induktive Schlüsse und empirische Erkenntnis•Statistische Modelle (Bayes & frequentistisch)•Einführung in die Informationstheorie, informationstheoretische Maße (Divergenzen, mutual-information)•Grundlegende Methoden der statistischen Datenanalyse und des maschinellen Lernens (statistische Regularisierung inverser Probleme, Lernen von Klassifizierern, Regressoren und generativer Modelle). Maximum-likelihood/-a-posteriori vs. Bayessche Inferenz. •Beispiele für konkrete Methoden (z.B. SVMs, Gaußsche Modelle).•Tiefe künstliche neuronale Netze
- Modellierung und Analyse komplexer Daten und Systeme:**•Eine Auswahl von fortgeschrittenen statistischen Modellierungstechniken (z.B. graphische Modelle, Kernelmethoden, differentialgeometrischer Modelle/Manigfaltigkeiten)..•Grundlegende Prinzipien physikalischer Dynamik, Selbstorganisationsmechanismen (z.B. Phasenübergänge und kritische Punkte, Gleichgewichtsverteilungen).•Betrachtung selbst-organisierender Lernverfahren auf Basis tiefer künstlicher neuronaler Netze)

Im zweiten Bereich sollen Verbindungen in aktuelle Forschungsergebnisse hergestellt werden. Entsprechend können Themenschwerpunkte je nach aktuellen Entwicklungen variieren. Die genannten konkreten Modellierungstechniken sind exemplarisch zu verstehen.	
Zugangsvoraussetzung(en)	Keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Die Kenntnisse aus der Vorlesung Modellierung I werden vorausgesetzt. Für Studierende mit einem gleichwertigen mathematischen Hintergrund (z.B. Haupt/Nebenfach Mathematik, Physik oder Computational Science) sollte ein Einstieg auch ohne Veranstaltung „Modellierung I“ ebenfalls möglich sein. Vorkenntnisse in maschinellem Lernen sind nicht zwingend erforderlich, aber sehr hilfreich. Auch wenn keine formale Beschränkung besteht, ist die Veranstaltung eher für Studierende im Master als im Bachelor geeignet
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein
Häufigkeit des Angebots	Alle zwei Jahre
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Wand, Michael
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	
Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert.	

Machine Learning					08.079.555
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h				
Moduldauer	1 - 2 Semester				
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Machine Learning	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum				

Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio
Modulprüfung(en)	Vorlesung Machine Learning: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen	
Nach Absolvierung des Moduls sollen Studierende in der Lage sein	
<ol style="list-style-type: none"> 1. die innere Arbeitsweise wichtiger Algorithmen für (vor allem: überwacht) maschinelles Lernen, deren Vor- und Nachteile sowie deren theoretische und praktische Eigenschaften erklären zu können, 2. Problemstellungen aus Anwendungsgebieten auf typische Machine Learning Tasks abbilden und adäquate Methoden auswählen zu können, 3. Maße für die Messung der Performance von Algorithmen des Machine Learning richtig einzusetzen sowie Output und Ergebnisse der Algorithmen bewerten, richtig einordnen und kritisch interpretieren zu können, 4. die Performance von Algorithmen des maschinellen Lernens sowie deren Modelle fehlerfrei und ohne verfälschte, optimistisch oder pessimistisch verzerrte Schätzungen in korrekten experimentellen Versuchsaufbauten evaluieren und vergleichen zu können, und die Performance von Algorithmen mit adäquaten Methoden optimieren zu können 	
Inhalte	
Vorlesung Machine Learning <ul style="list-style-type: none"> • Entscheidungsbäume: Repräsentation, Lernen, Overfitting, Pruning • Ensembles: Boosting, Bagging, Random Forests • Evaluierung und Validierung: Testprotokolle, Hold-Out, Kreuzvalidierung, Fehlermaße, Lossfunktionen • Lineare Modelle: lineare Regression, Ridge Regression, logistische Regression • neuronale Netzwerke: Perceptron, Multi-Layer Perceptron, Back-Propagation • instanz-basiertes Lernen: k-NN, lokal gewichtetes Lernen, RBF Netzwerke, Case-Based Reasoning • Support Vector Machines: Margins, Kernels • Bayes'sches Lernen: Naive Bayes, Bayessche Netze, Repräsentation, d-Separierung, Inferenz, Junction Tree Algorithmus, Lernen • Deep Learning: Representation Learning, Convolutional Neural Networks (CNNs), Autoencoders, Generative Adversarial Networks (GANs), Long Short-Term Memory Networks (LSTMs), Dropout, Batch Normalization, Ausblick: Trustworthy AI und Explainable AI (XAI) 	
Zugangsvoraussetzung(en)	Keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module Einführung in die Programmierung und Statistik
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein
Häufigkeit des Angebots	Jedes Sommersemester
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Kramer, Univ.-Prof. Dr. Stefan Theodor
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	

Pattern Recognition and Machine Learning, Christopher M. Bishop, Second Printing Edition, Springer, 2011.
 Machine Learning, Tom Mitchell, McGraw-Hill, 1997.
 Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, Fourth Edition, Ian H. Witten, Eibe Frank, Mark A. Hall, Christopher J. Pal, Morgan Kaufmann, 2016.
 Data Mining: Concepts and Techniques, Third Edition, Jiawei Han, Micheline Kamber, Morgan Kaufmann, 2011.
 Principles of Data Mining, David J. Hand, Heikki Mannila, Padhraic Smyth, MIT Press, 2001.

- Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, MIT Press, 2016.

Sonstiges

Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert.

Data Mining						08.079.540
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h					
Moduldauer	1 - 2 Semester					
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP	
Data Mining	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4	
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum					
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.					
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio					
Modulprüfung(en)	Vorlesung Data Mining: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Nach Absolvierung des Moduls sollen Studierende in der Lage sein <ul style="list-style-type: none"> • die innere Arbeitsweise wichtiger Algorithmen für Data Mining, insbesondere für: Pattern Mining, Clustering, Graph Mining und statistisches relationales Lernen, deren Vor- und Nachteile sowie deren theoretische und praktische Eigenschaften erklären zu können, • Problemstellungen aus Anwendungsgebieten auf typische Data Mining Tasks abbilden und adäquate Methoden auswählen zu können, • Maße für die Messung der Performance von Algorithmen des Data Mining richtig einzusetzen sowie Output und Ergebnisse der Algorithmen bewerten, richtig einordnen und kritisch interpretieren zu können, • die Performance von Algorithmen des Data Mining sowie deren Modelle fehlerfrei und ohne verfälschte, optimistisch oder pessimistisch verzerrte Schätzungen in korrekten experimentellen Versuchsaufbauten evaluieren und vergleichen zu können, und die Performance von Algorithmen mit adäquaten Methoden optimieren zu können 						

Inhalte	
Vorlesung Data Mining	
<ul style="list-style-type: none"> • Pattern Mining: Itemsets, APriori, FPGrowth, Borders, Free und Closed Sets, Constraint-Based Mining, Episode Rules • Clustering: k-Means, hierarchisches Clustering, modell-basiertes Clustering (EM) • Graph Mining: Grundlagen, AGM, gSpan • Stream Mining: Concept Drift, CountMinSketch • Pattern Mining auf Datenströmen: Moment Algorithmus, Closed Enumeration Tree (CET), SWIM Algorithmus • Clustering auf Datenströmen: BIRCH Algorithmus, Clustering Features (CFs), CluStream, DenStream, ClusTree, StreamKM++ • Graph Stream Mining: Graph Coresets, AdaGraphMiner 	
Zugangsvoraussetzung(en)	Keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Keine
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein
Häufigkeit des Angebots	Jedes Wintersemester
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Kramer, Univ.-Prof. Dr. Stefan Theodor
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
<p>Data Mining: Concepts and Techniques, Third Edition, Jiawei Han, Micheline Kamber, Morgan Kaufmann, 2011. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, Fourth Edition, Ian H. Witten, Eibe Frank, Mark A. Hall, Christopher J. Pal, Morgan Kaufmann, 2016. Principles of Data Mining, David J. Hand, Heikki Mannila, Padhraic Smyth, MIT Press, 2001. Machine Learning for Data Streams, Albert Bifet, Ricard Gavaldà, Geoffrey Holmes, Bernhard Pfahringer, MIT Press, 2018.</p>	
Sonstiges	
Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert	

Künstliche Intelligenz					08.079.542
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h				
Moduldauer	1 - 2 Semester				
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Einführung in die Künstliche Intelligenz	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3

Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:	
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio
Modulprüfung(en)	Vorlesung Einführung in die Künstliche Intelligenz: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen	
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • verfügen über ein Verständnis über die Möglichkeiten und Grenzen von symbolischer Künstlicher Intelligenz (KI); • kennen verschiedenen Agentenarten und können diese in verschiedenen Umwelten einteilen; • kennen Algorithmen zur Suche, informierten Suche und der Constraint-Satisfaction-Probleme; • kennen grundsätzliche Planungsverfahren; • kennen grundsätzlich den Ansatz des Maschinellen Lernens und insbesondere des verstärkenden Lernens. 	
Inhalte	
Vorlesung Einführung in die Künstliche Intelligenz <ul style="list-style-type: none"> • Intelligente Agenten • Problemlösen•Problemlösung durch Suchen•Lokale Suchalgorithmen und Optimierungsprobleme•Adversariale Suche und Spiele•Probleme unter Rand- und Nebenbedingungen • Wissen, Schließen und Planen•Logische Agenten•Logik erster Stufe•Inferenz in der Logik erster Stufe•Klassisches Planen•Knowledge Representation • Übersicht Maschinelles Lernen•Lernen mittels Entscheidungsbäumen•Verstärkendes Lernen 	
Zugangsvoraussetzung(en)	Keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Keine
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein.
Häufigkeit des Angebots	Alle zwei Jahre
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Kramer, Univ.-Prof. Dr. Stefan Theodor
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Artificial Intelligence: A Modern Approach, Fourth Edition, Stuart Russell, Peter Norvig, Pearson, 2021.	
Sonstiges	
Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert.	

High Performance Computing						08.079.090
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h					
Moduldauer	1 - 2 Semester					
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP	
High Performance Computing	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4	
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Um das Modul abzuschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum					
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.					
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio					
Modulprüfung(en)	Vorlesung High Performance Computing: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
HPC Architekturen charakterisieren können, Parallele Programmiersprachen miteinander vergleichen können, Beherrschung der parallelen Implementierung eines vorgegebenen Algorithmus in OpenMP, MPI, C++ Multi-threading und Vektorisierung, HPC Architekturen klassifizieren und kritisch evaluieren können, Effizienz und Skalierbarkeit einer parallelen Implementierung abschätzen können, Optimierung von parallelen Algorithmen auf unterschiedlichen parallelen Architekturen, Gesetze zur Beurteilung von Effizienz und Skalierbarkeit anwenden.						
Inhalte						
Vorlesung High Performance Computing Grundlagen des HPC, Programmiermodelle für Architekturen mit verteilten Speicher (z.B. MPI), Programmiermodelle für Architekturen mit geteiltem Speicher (z.B. OpenMP, C++ Multi-threading), HPC Architekturen, Vektorisierung, Implementierung und Evaluierung ausgewählter Algorithmen, Praktische Programmieraufgaben						
Zugangsvoraussetzung(en)	Keine					
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Keine					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein.					
Häufigkeit des Angebots	Jedes Sommersemester					
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Schmidt, Univ.-Prof. Dr. Bertil					

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	
Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert	

Accelerated Computing with GPUs					08.079.10059
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h				
Moduldauer	1 - 2 Semester				
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Accelerated Computing with GPUs	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum				
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.				
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3				
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio				
Modulprüfung(en)	Vorlesung Accelerated Computing with GPUs: In der Regel Klausur (120 Min.) ansonsten mündl. Prüfung (20 - 30 Min.) Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)				
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen					
Die GPU Architektur und das PRAM Model charakterisieren können, CUDA, OpenACC und PRAM Programme miteinander vergleichen können, Beherrschung der parallelen Implementierung eines vorgegebenen sequentiellen Algorithmus in CUDA, OpenACC und PRAM, Effizienz einer parallelen CUDA/PRAM Implementierung kritisch bewerten können, CUDA Code Optimierung, Parallelität in sequenziellen Algorithmen identifizieren können, Parallelisierung für GPU Cluster, praktische Programmieraufgaben					
Inhale					
Vorlesung Accelerated Computing with GPUs Grundlagen von parallelen Algorithmen und Architekturen, PRAM Modelle, GPU Architekturen, CUDA Programmiermodell, Parallele Reduktion, Paralleles Sortieren, Optimierung der GPU Speicherhierarchien (Shared Memory, Constant Memory, Warp Shuffles), OpenACC, Programmierung und Algorithmen für GPU Cluster, Praktische GPU Programmieraufgaben, Grundlagen von Parallelität.					

Zugangsvoraussetzung(en)	Keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module Einführung in die Programmierung und Datenstrukturen und effiziente Algorithmen
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein.
Häufigkeit des Angebots	Jedes Wintersemester
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Schmidt, Univ.-Prof. Dr. Bertil
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	
Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert.	

Computergrafik 1					08.079.244
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h				
Moduldauer	1 - 2 Semester				
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Computergrafik 1	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum				
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.				
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3				
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio				
Modulprüfung(en)	Vorlesung Computergrafik 1: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)				
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen					

Die Studierenden beherrschen die mathematischen Grundlagen der Visualisierungstechniken in der Computergrafik. Anhand von Demoprogrammen können sie zeitveränderliche, komplexe geometrische Szenen realistisch visualisieren und mehrdimensionale wissenschaftliche Datensätze adäquat präsentieren	
Inhale	
Vorlesung Computergrafik 1 <ul style="list-style-type: none"> • affine und projektive Transformationen, elementare geometrische Algorithmen • Renderingtechniken in OpenGL • Sichtbarkeitsberechnungen, Beleuchtungsmodelle, Texturen, Schatten • Raytracing, Radiosity, Volumenvisualisierung, Deferred Rendering • Virtuelle Realität, Szenengraphen 	
Zugangsvoraussetzung(en)	Modul Einführung in die Programmierung und Kenntnisse in Linearer Algebra
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	keine
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein
Häufigkeit des Angebots	Jedes Wintersemester
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Schömer, Univ.-Prof. Dr. Elmar
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	
Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert	

Computergrafik 2					08.079.206
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h				
Moduldauer	1 - 2 Semester				
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Computergrafik 2	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum				

Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio
Modulprüfung(en)	Vorlesung Computergrafik 2: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen	
Die Studierenden beherrschen die mathematischen Grundlagen der Simulations- und Animationstechnik in der Computergrafik. Anhand von Demoprogrammen können sie physikalisch realistische Simulationen und Animationen selbständig erstellen und visualisieren	
Inhale	
Vorlesung Computergrafik 2 <ul style="list-style-type: none"> • elementare geometrische Algorithmen, Kollisionserkennung und -reaktion • Kinematik und Dynamik von Starrkörpersystemen • Simulation von Feder-Masse-Systemen, Flüssigkeitssimulation • Robotik, Skinning • geometrisches Modellieren, parametrisierte Kurven und Flächen 	
Zugangsvoraussetzung(en)	Modul Computergrafik 1
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Keine
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein.
Häufigkeit des Angebots	Jedes Sommersemester
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Schömer, Univ.-Prof. Dr. Elmar
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	
Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert	

Betriebssysteme		08.079.212
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul	
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h	
Moduldauer	1 - 2 Semester	

Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Betriebssysteme	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum				
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.				
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3				
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio				
Modulprüfung(en)	Vorlesung Betriebssysteme: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)				
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen					
<p>Die Vorlesung vermittelt als Lernergebnisse eine Übersicht über die Aufgaben von Betriebssystemen und die grundlegenden Betriebssystemkonzepte sowie auf dem Gebiet der Betriebssysteme genutzter Algorithmen und Protokolle. Diese Kenntnisse vermitteln die Kompetenz, um Implementierungen und Grenzen aktueller Betriebssysteme zu verstehen und in die Hardware-nahe Programmierung und die Betriebssystementwicklung einzusteigen.</p> <p>Das in der Vorlesung zu erwerbende Verständnis dient in den Übungen als Grundlage praktischer Aufgaben, die als Lernergebnisse ebenfalls abgeprüft werden können. Auf dem Gebiet der Scheduling-Algorithmen werden hierfür zum Beispiel Abarbeitungsreihenfolgen von Prozessen auf Basis verschiedener Eingabemuster berechnet oder es werden Formen des Umgangs mit dem Deadlock-Problem beispielhaft diskutiert. Weiterhin wird die Nutzung existierender Betriebssysteme eingeübt und es wird mit dem Betriebssystem interagierende Anwendungssoftware entwickelt. Hierfür wird zum Beispiel die Programmierung von Synchronisationskonstrukten mit praktischen Programmieraufgaben eingeübt. Die Übungen vermitteln somit die Kompetenzen, systemnahe Funktionen zu verwenden, betriebssystemnahe Anwendungen zu entwickeln und Betriebssystemdienste praktisch zu nutzen.</p> <p>Das Seminar vermittelt einen ausgewählten Überblick über aktuelle Forschungsthemen auf dem Gebiet der Betriebssysteme. Es vermittelt die Kompetenz, sich in aktuelle Primärliteratur auf dem Gebiet der Betriebssysteme einzuarbeiten. Als Lernergebnisse werden die in der Primärliteratur präsentierten Ergebnisse selbstständig in einem Vortrag und einer schriftlichen Ausarbeitung aus der eigenen Sicht kommentiert vorgestellt. Weiterhin ist es eine Zielkompetenz des Seminars, aktiv an wissenschaftlichen Diskursen teilnehmen zu können und sich als Lernergebnis in die Diskussion zu Vorträgen aktiv einzubringen.</p> <p>In dem Praktikum wird über die praktischen Programmieraufgaben in der Übung hinaus ein Programmierprojekt bearbeitet, in dem Betriebssystem-nahe Funktionen für oder kleinere Protokolle in dem Betriebssystem entwickelt werden. Hierfür kann zum Beispiel eine Shell entwickelt werden oder es können einfache Aufgaben des Managements von SSDs, zum Beispiel über Treiber für Zoned Namespace-SSDs, programmiert werden. Dabei werden die einzelnen Funktionen und Schnittstellen klar vorgegeben. Als Lernergebnis dient die zu entwickelnde Software sowie ein Kurzvortrag über die Ergebnisse.</p>					
Inhalte					
<p>Die Lehrveranstaltung, die Übung und das Praktikum geben einen einführenden Überblick über die wichtigsten Konzepte heutiger Betriebssysteme für Arbeitsplatzrechner und Server, wobei die Themen "Synchronisation" und "Speicherverwaltung" und Speicherverwaltung stärker vertieft werden.</p> <p>Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung: Aufgaben eines Betriebssystems, Aufbau von Rechnern, Betriebssystem-Konzepte, Systemaufrufe, Architektur von Betriebssystemen 2. Prozesse und Threads: Grundlagen, Zustandsmodelle 					

3. Synchronisation: kritische Bereiche, Sperren, Semaphore, Monitore, Bedingungsvariable
4. Nachrichtenbasierte Prozessinteraktion: Nachrichtenaustausch, RPC, Signale
5. Synchronisationsfehler: Verhungern von Prozessen, Deadlocks, Deadlock-Erkennung und -Vermeidung
6. Prozess-Scheduling: FIFO, Round-Robin, Prioritäten, adaptives und Multilevel-Scheduling
7. Speicherverwaltung: Aufbau des Adressraums, dynamische Speicherverwaltung, Swapping, seitenbasierte virtuelle Speicherverwaltung, Seitenersetzungsstrategien, Segmentierung
8. Ein-/Ausgabe: Geräte, Zugriff auf Geräte
9. Dateisysteme: Dateien und Dateizugriff, Verzeichnisse, Aufbau eines Dateisystems
10. Schutz: Schutzmatrix, Schutzmonitor, Beispiele

In dem Seminar werden aktuelle Forschungsthematiken auf dem Gebiet der Betriebssysteme diskutiert. Hierfür sind jeweils aktuelle Forschungsarbeiten, die auf den Top-Konferenzen dieses Forschungsgebiets präsentiert werden, als Grundlage heranzuziehen

Zugangsvoraussetzung(en)	Keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module Einführung in die Programmierung und Technische Informatik
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein
Häufigkeit des Angebots	Jedes Jahr
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Brinkmann, Univ.-Prof. Dr. André Distler, Dr. Michael
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	
Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert	

Advanced Topics in Operating Systems						08.079.10056
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h					
Moduldauer	1 - 2 Semester					
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP	
Advanced Topics in Operating Systems	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4	
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum					

Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio
Modulprüfung(en)	Vorlesung Advanced Topics in Operating Systems: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen	
<p>Der Vorlesung „Advanced Topics in Operating Systems“ vermittelt die Inhalte aktueller Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Betriebssysteme und baut hierfür auf die Grundlagenvorlesung Betriebssysteme auf. Studierende erarbeiten sich dabei in Vorbereitung auf die Vorlesung eigenständig den Zugang zu Primärliteratur, die in der Vorlesung noch einmal vorgestellt und gemeinsam diskutiert wird. Lernziele sind dabei das Verständnis neuer Ansätze zur Entwicklung von Betriebssystemarchitekturen, Betriebssystem-nahe Aspekte der IT-Sicherheit, Virtualisierungstechnologien sowie der Einfluss von Mehrkernarchitekturen auf die Entwicklung von Betriebssystemen. Die Vorlesung vermittelt die Kompetenzen, aktuelle Forschungsfragen auf dem Gebiet der Betriebssysteme zu verstehen, sich fachspezifische Primärliteratur zu erarbeiten und komplexe Aufgaben auf dem Gebiet der Hardware-nahe Programmierung und die Betriebssystementwicklung zu lösen.</p> <p>Das in der Vorlesung zu erwerbende Verständnis dient in den Übungen als Grundlage praktischer Aufgaben, die als Lernergebnisse ebenfalls abgeprüft werden können. Die Übungen werden dabei vorrangig als Programmieraufgaben formuliert, in denen Änderungen und Ergänzungen des Linux-Kerns entwickelt werden. Hierzu wird zu Beginn die eigentliche Entwicklungsumgebung aufgebaut, anschließend wird der Kernel um einfache Systemaufrufe ergänzt und es werden abschließend Änderungen an dem Linux-Scheduler umgesetzt.</p> <p>Das Seminar vermittelt einen ausgewählten Überblick über aktuelle Forschungsthemen auf dem Gebiet der Betriebssysteme. Es vermittelt die Kompetenz, sich aktuelle Primärliteratur auf dem Gebiet der Betriebssysteme eigenständig zu erarbeiten und verschiedene Ansätze in einem gemeinsamen Kontext zu diskutieren. Als Lernergebnisse werden die in der Primärliteratur präsentierten Ergebnisse selbständig in einem Vortrag und einer schriftlichen Ausarbeitung aus der eigenen Sicht kommentiert vorgestellt. Weiterhin ist es eine Zielkompetenz des Seminars, aktiv an wissenschaftlichen Diskursen teilnehmen zu können und sich als Lernergebnis in die Diskussion zu Vorträgen aktiv einzubringen.</p> <p>In dem Praktikum wird über die praktischen Programmieraufgaben in der Übung hinaus ein Programmierprojekt bearbeitet, in dem Betriebssystem-nahe Funktionen für oder kleinere Protokolle in dem Betriebssystem entwickelt werden. Die Lösungen für ein von dem Betreuer benanntes Problem werden dabei eigenständig entwickelt. Hierfür können zum Beispiel Änderungen des Managements von SSDs, zum Beispiel über Treiber für Zoned Namespace-SSDs, programmiert werden oder es kann das Handling von TLB-Shootdowns optimiert werden. Lernergebnis dient die zu entwickelnde Software sowie ein Kurzvortrag über die Ergebnisse</p>	
Inhale	
<p>Vorlesung Advanced Topics in Operating Systems</p> <p>Die Lehrveranstaltung, die Übung und das Praktikum vermitteln tieferegehende aktuelle Forschungsproblematiken auf dem Gebiet der Betriebssysteme für Arbeitsplatzrechner und Server, wobei die Themen „Nebenläufigkeit“ und „Sicherheit“ und „Virtualisierung“ stärker vertieft werden. Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mikrokern-Betriebssysteme 2. Aktuelle Betriebssystemansätze am Beispiel von Singularity und Chromium 3. Betriebssysteme und IT-Sicherheit 4. Virtualisierungstechnologien 5. Performance-Evaluierungen 6. Caches und Betriebssysteme 7. SMP und Locking 8. Speichermanagement für Mehrkernarchitekturen <p>In dem Seminar werden aktuelle Forschungsthematiken auf dem Gebiet der Betriebssysteme diskutiert. Hierfür sind jeweils aktuelle Forschungsarbeiten, die auf den Top-Konferenzen dieses Forschungsgebiets präsentiert werden, als Grundlage heranzuziehen.</p>	
Zugangsvoraussetzung(en)	Keine

Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module Einführung in die Programmierung und Technische Informatik
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch oder Englisch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein
Häufigkeit des Angebots	Jedes Jahr
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Brinkmann, Univ.-Prof. Dr. André
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	
Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert	

Datenbanken						08.079.228
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Pflichtmodul					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h					
Moduldauer	1 - 2 Semester					
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP	
Datenbanken	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Datenbanken	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4	
Datenbanken	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	Hauptseminar Datenbanken Praktikum Datenbanken					
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.					
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Praktikum Datenbanken: Portfolio					
Modulprüfung(en)	Vorlesung Datenbanken: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündl. Prüfung (20-30 Min.) Hauptseminar Datenbanken: Hausarbeit und Präsentation (falls gewählt)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Datenbanktechnologie ist eine Schlüsseltechnologie der praktischen und angewandten Informatik. Datenbanken spielen in Unternehmen eine immer zentralere Rolle, weil ein Großteil von Unternehmens- und Nutzerdaten in Datenbanken gespeichert ist. Die Studierenden lernen den grundsätzlichen Aufbau von Datenbanken und deren						

Benutzung kennen. Ebenso wird besonderer Wert auf die semantisch korrekte Modellierung eines Sachverhalts als Voraussetzung für den Datenbankentwurf gesehen. Einen weiteren Schwerpunkt bildet das Erlernen der Datenbanksprache SQL. Hierdurch sollen die Studierenden befähigt werden, die erworbenen Kenntnisse praktisch umzusetzen.

Zusammengefasst sollen Studierende nach Absolvierung des Moduls in der Lage sein

- relationale Datenbanken zu entwerfen, redundanzfrei zu machen, anzulegen und abzufragen.
- die theoretischen Grundlagen des relationalen Modells erklären zu können: relationale Algebra, Tupelkalkül und Domänenkalkül und relationale Entwurfstheorie (Normalformen, funktionale und mehrwertige Abhängigkeiten, Dekomposition),
- die praktischen Aspekte in der Anwendung zu berücksichtigen, insbesondere die Nutzung von Indexstrukturen, die Optimierung von Anfragen und die Nutzung des Transaktionskonzepts, und schließlich
- über relationale Technologie hinausgehend, NoSQL-Datenbanken bewerten zu können und somit auch relationale Technologie besser einordnen zu können.

Inhale

Vorlesung Datenbanken

- Einleitung und Übersicht über Datenbankmanagementsysteme
- Datenbankentwurf: Entity-Relationship Modellierung, Funktionalitäten, (min, max)-Notation
- Das relationale Modell: relationale Algebra, Tupelkalkül und Domänenkalkül
- Relationale Anfragesprachen: SQL, Datendefinitions-, Datenmanipulations- und Datenbank-anfragesprache, Rekursion, Sichten, Query-by-Example
- Datenintegrität: referentielle Integrität, Integritätsbedingungen, Trigger
- Relationale Entwurfstheorie: funktionale Abhängigkeiten, mehrwertige Abhängigkeiten, Dekomposition von Relationen, Normalformen
- Physische Datenorganisation: Indexstrukturen
- Anfrageoptimierung: logische Optimierung, physische Optimierung
- Transaktionsverwaltung
- Überblick über NoSQL-Datenbanken

Zugangsvoraussetzung(en)	Keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Modul Einführung in die Programmierung
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein
Häufigkeit des Angebots	Jedes Sommersemester
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Schuhknecht, Univ.-Prof. Dr. Felix Bouros , Jun.-Prof. Dr. Panagiotis
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Education - Informatik Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik

Literatur

Sonstiges

Praktikum wird im zweiwöchigen Block absolviert.

Nicht-Standard-Datenbanken		08.079.230
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul	

Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h				
Moduldauer	1 - 2 Semester				
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Nicht-Standard-Datenbanken	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum				
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.				
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3				
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio				
Modulprüfung(en)	Vorlesung Nicht-Standard-Datenbanken: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)				
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen					
Mit dieser Veranstaltung vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse im Datenbankbereich, insbesondere im Bereich Nicht-Standard-Datenbanken. Studierende lernen als Basis semantische Datenmodelle kennen und können eine problemspezifische Transformation auf andere Modelle durchführen. Hierdurch werden Kompetenzen bzgl. der Abbildung und Auswahl von Nicht-Standarddatenbanken erlangt. Die Studierenden Techniken des komplexen Data Managements auch unter Einbeziehung von verteilten Datenbanksystemen					
Inhale					
Vorlesung Nicht-Standard-Datenbanken					
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen des Data Managements und Information Retrieval Verständnis von Datenstrukturen, Suchschlüsseln und Analyseoperationen, Techniken für Management und Indizierung von Daten, Informationretrieval; • Multidimensionale Datenmanagement • Komplexes Data Management (Arbeiten mit Spatial-, Unstrukturierten und Graphdatenbanken) • NoSQL – verteiltes Datenmanagement • Big Data • Cloud Computing 					
Zugangsvoraussetzung(en)	Keine				
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module Einführung in die Programmierung und Datenbanken				
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch oder Englisch				
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein				
Häufigkeit des Angebots	Jedes Wintersemester				

Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Bouros, Jun.-Prof. Dr. Panagiotis Schuhknecht, Univ.-Prof. Dr. Felix
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	
Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert	

Datenbank-Engineering					08.079.696
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h				
Moduldauer	1 - 2 Semester				
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Datenbank-Engineering	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum				
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.				
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3				
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio				
Modulprüfung(en)	Vorlesung Datenbank-Engineering: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)				
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen					
Zusammengefasst sollen Studierende nach Absolvierung des Moduls in der Lage sein:					
<ul style="list-style-type: none"> • Prototypisch ein relationales DBMS mit den Schichten „Storage“, „Access“, und „Query Processor“ konstruieren zu können. • Die wichtigsten Komponenten jeder Schicht konzeptuell verstehen und bewerten zu können. • Die wichtigsten Repräsentationen jeder Schicht praktisch umsetzen zu können. • Effiziente von ineffizienten Verfahren unterscheiden zu können. • Bestehende DBMSs einordnen zu können. • Abseits von komplexen DBMSs effiziente Datenverwaltung und -verarbeitung umsetzen können 					

Inhale	
<p>Vorlesung Datenbank-Engineering</p> <p>Mit dieser Veranstaltung lernen die Studierenden Konzepte kennen, die für Entwurf und Umsetzung eines (relationalen) Datenbank-Management-Systems (DBMS) erforderlich sind. Dabei werden die einzelnen Schichten eines DBMS nacheinander besucht und die wichtigsten Algorithmen und Datenstrukturen in diesem Kontext behandelt. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf Geschwindigkeit und Platzeffizienz der verwendeten Verfahren. Vorlesung und Übung lehren dabei die wichtigsten Konzepte, die anschließend im Praktikum praktisch angewendet werden sollen. Im Seminar werden aktuelle Forschungsthemen mit Bezug auf die DBMS-Entwicklung behandelt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Architektur eines DBMS: Schichten und Komponenten • Physikalische Datenlayouts und Datenorganisation • Datenkompression • Speicher-Granularität, Ausnutzung der Speicherhierarchie: Stable Storage, Hauptspeicher, Caches • Moderne Index-Strukturen (Baum-basiert, Hash-basiert, Bitmaps, adaptiv, ...) • Abfrageverarbeitungs-Pipeline, Physikalische Operatoren (Joins, Gruppierung, ...) • Abfrageoptimierung (regelbasiert, kostenbasiert, Join-Reihenfolge, ...) • Concurrency Control (MVCC) • Transaktionale Verarbeitung vs. Analytische Verarbeitung vs. Hybrid • Verzahnung von DBMS und Betriebssystem/Hardware <p>Benchmarking</p>	
Zugangsvoraussetzung(en)	Keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module Datenbanken und Datenstrukturen und effiziente Algorithmen
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein
Häufigkeit des Angebots	Unregelmäßig, üblicherweise jedes Sommersemester
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Schuhknecht, Univ.-Prof. Dr. Felix
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	
Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert.	

Vertrauenswürdige Datenbanken / Blockchains		08.079.692
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul	
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h	
Moduldauer	1 - 2 Semester	

Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Vertrauenswürdige Datenbanken / Blockchains	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum				
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.				
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3				
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio				
Modulprüfung(en)	Vorlesung Vertrauenswürdige Datenbanken / Blockchains: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)				
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen					
Zusammengefasst sollen Studierende nach Absolvierung des Moduls in der Lage sein: <ul style="list-style-type: none"> • Die wichtigsten Konzepte, die stetig in Blockchain-Systemen eingesetzt werden, nachvollziehen und anwenden zu können. • Blockchain-Systeme von klassischen Datenbank-Systemen abgrenzen zu können. • Unterschiedliche Klassen von Blockchain-Systemen unterscheiden und bewerten zu können. • Vor- und Nachteile verschiedener Ausführungsmodelle zu verstehen. • Neuartige/unbekannte Blockchain-Systeme verstehe und bewerten zu können. • Einen Überblick auf den aktuellen Stand der Forschung im Bereich Blockchain zu geben 					
Inhale					
Vorlesung Vertrauenswürdige Datenbanken / Blockchains Blockchain ist derzeit eines der meistdiskutierten IT-Themen. Seit dem Aufkommen der Technologie in Form von Krypto-Währungen entstanden eine Vielzahl von Varianten, die auf unterschiedliche Anwendungsfälle und Anforderungen zugeschnitten sind. Ziel dieser Veranstaltung ist die es, die Kernaspekte dieser Technologie kennenzulernen und diese kritisch zu hinterfragen. <ul style="list-style-type: none"> • Verteilte Transaktionsverarbeitung und Datenverwaltung • Vertrauen in unsicheren Umgebungen • Öffentliche Blockchain-Systeme • Private Blockchain-Systeme • Diskussion von wichtigen Systemen dieser Klassen. • Ausführungsmodelle und deren Modellierung • Konsensmechanismen • Performance und Garantieren • Anwendungen von Blockchains • Aktuelle Blockchain Forschung 					
Zugangsvoraussetzung(en)			Keine		
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls			Modul Datenbanken		

Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein.
Häufigkeit des Angebots	Unregelmäßig, üblicherweise im Wintersemester
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Schuhknecht, Univ.-Prof. Dr. Felix
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert

Big Data					
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h				
Moduldauer	1 - 2 Semester				
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Big Data	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum				
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.				
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3				
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio				
Modulprüfung(en)	Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt) Vorlesung Big Data: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten).				
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen					
Datensätze aus dem Bereich „Big Data“ lassen sich im Allgemeinen durch weitaus mehr charakterisieren als den reinen Speicheraufwand. In diesem Modul lernen Studierende, welche besonderen Herausforderungen sich aus der Beschaffenheit der Daten für deren Aufbereitung, Verarbeitung und Interpretation ergeben und wie sich diese Herausforderungen bewältigen lassen. Insbesondere erlernen die Studierenden grundlegende Techniken für den Entwurf und die Implementierung effizienter Verarbeitungsmethoden für Big Data in verteilten Rechnerumgebungen sowie Analysemethoden für die Komplexitätstheoretische Bewertung unterschiedlicher Lösungsansätze.					

Inhale	
Vorlesung Big Data	
<ul style="list-style-type: none"> • Grenzen der Aussagekraft großer Datenmengen • Skalierbarkeit von Soft- und Hardware • verteilte Dateisysteme • Map-Reduce-Programmiermodell • Komplexitätsanalyse von Map-Reduce-Programmen • graphbasierte Workflow-Modelle als Erweiterung des einfachen Map-Reduce-Ansatzes (z. B. Apache Spark) • Anwendungsbeispiele für Big-Data-Methoden (z. B. Webseitenbewertung durch PageRank, Ähnlichkeitsbestimmung hochdimensionaler Daten durch MinHashing, Clustering-Verfahren, Recommender-Systeme) 	
Zugangsvoraussetzung(en)	keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Kenntnisse im Bereich der Programmierung, Datenbanken und Statistik
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Seminar: Englisch, ansonsten Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Modulnote geht mit 13 LP in die Endnote ein.
Häufigkeit des Angebots	jährlich
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Hildebrandt, Univ.-Prof. Dr. Andreas
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Leskovec J., Rajaraman A., Ullman J. Mining of Massive Datasets. 3rd Ed. Cambridge University Press. 2020. (http://mmds.org)	
Sonstiges	

Sprach- und Compilerbau					08.079.5100
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h				
Moduldauer	1 - 2 Semester				
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Sprach und Compilerbau	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum				

Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio
Modulprüfung(en)	Vorlesung Sprach und Compilerbau: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen	
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • können eingebettete Programmiersprachen definieren; • können Sprachfeatures einer Kernsprache isolieren; • können Code Generierung zur Kompilierung von Programmen einsetzen; • können Programme nach in low-level Formate wie z.B. LLVM übersetzen; • können Compiler-Optimierungen realisieren 	
Inhalte	
Vorlesung Sprach und Compilerbau Programmiersprachen sind das wohl wichtigste Werkzeug zur Entwicklung von Software. Doch was genau ist eine Programmiersprache und wie kann man eine neue Programmiersprachen entwickeln? Dieser Frage geht die Vorlesung Sprach- und Compilerbau nach. Wir werden beispielsweise die folgenden Themen behandeln: <ul style="list-style-type: none"> • Was ist eine Programmiersprache, was sind domänenspezifische Programmiersprachen? • Einbettung einer Programmiersprache in eine andere Sprache • Syntaktischer Zucker, Makros und Desugaring Transformationen • Code-Generierung mittels Strings, Syntaxbäumen und Quasi-Quotation • Intermediate Representations wie zum Beispiel LLVM • Static single assignment • Compiler-Optimierungen wie zum Beispiel Constant-Propagation • Just-in-time Compilation • Garbage Collection 	
Zugangsvoraussetzung(en)	Keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Module Einführung in die Programmierung und Formale Sprachen und Berechenbarkeiten
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein.
Häufigkeit des Angebots	Jedes Wintersemester
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Erdweg, Prof. Dr. Sebastian
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	
Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert	

Programmanalyse						08.079.450
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	13 LP = 390 h					
Moduldauer	1 - 2 Semester					
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP	
Programmanalyse	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Hauptseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4	
Praktikum	Praktikum	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	Hauptseminar Praktikum					
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung. Praktikum: Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), Praktikum.					
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)	Praktikum: Portfolio					
Modulprüfung(en)	Vorlesung Programmanalyse: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • können dynamische und statische Analysen gegeneinander abwägen; • können einfache dynamische Analysen implementieren; • können statische Typchecker definieren, implementieren und validieren; • können Datenflussanalysen und abstrakte Interpreter anwenden und diskutieren; • können Programmanalysen anhand ihrer Soundness, Recall und Precision bewerten. 						
Inhale						
Vorlesung Programmanalyse						
Programmanalysen sind ein fundamentales Werkzeug der Softwareentwicklung und treten in vielfältiger Form in der Praxis auf. Man kann dabei grob drei Einsatzgebiete von Programmanalysen unterscheiden:						
<ol style="list-style-type: none"> 1. Zum *Bug Finding* verwendet man Analysen, die Fehlerquellen in einem Programm auffinden bzw. die Abstinenz solcher Fehler validieren. Zum Beispiel: type checking, bounds checking, information 2. Für *Compiler Optimierungen* verwendet man Analysen, die Eigenschaften eines Programms berechnen, welche Optimierungen ermöglichen. Zum Beispiel: reaching definitions, constant propagation. 3. Für *Editor Support* verwendet man Analysen, die Informationen über ein Programm ableiten, um damit Tools zu speisen, die Entwickler beim Programmieren unterstützen. Zum Beispiel: Code completion, Refactorings. 						
Die Entwurfsmöglichkeiten für Programmanalysen sind entsprechend vielfältig und es haben sich verschiedene Analysetechniken etablieren können. Das Ziel der Veranstaltung "Programmanalysen" ist das Studierende die Grundlagen des Entwurfs von Programmanalysen erlernen, für ein gegebenes Einsatzgebiet geeignete Analysetechniken auswählen können um einfache Programmanalysen selbst entwickeln und bewerten können. Dazu werden wir eine Auswahl der folgenden Themen besprechen:						

<ul style="list-style-type: none"> • Code smells • Dynamische Analysen • Statische Typsysteme • Kontrollflussgraphen and Datenflussanalysen • Abstrakte Interpretation • Soundness, Recall und Precision 	
Zugangsvoraussetzung(en)	Keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Keine
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 13 LP in die Abschlussnote ein.
Häufigkeit des Angebots	Jedes Sommersemester
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Erdweg, Prof. Dr. Sebastian
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Sonstiges	
Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert.	

A3 - Spezialisierungsmodule Informatik

Im Spezialisierungsbereich sind mindestens **24 LP** einzubringen. Module können sowohl aus dem Schwerpunktfach als auch aus dem Fach Informatik gewählt werden. Es ist zu beachten, dass aus dem Schwerpunktfach mindestens 11 LP eingebracht werden müssen.

Alle im Vertiefungsbereich aufgeführten Module können auch im Spezialisierungsbereich gewählt werden. Weitere ergänzende Module finden Sie untenstehend.

Im Bereich der Informatik kann innerhalb eines Moduls neben der Vorlesung plus Übung noch ein Seminar gewählt werden.

In den Auflistungen der einzelnen Schwerpunktfächer (außer Informatik) finden Sie das Angebot an Spezialisierungsmodulen.

Einführung in die Computationale Logik						08.079.565
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 o. 10 LP = 180 - 300 h					
Moduldauer	1 - 2 Semester					
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP	
Einführung in die Computationale Logik	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Hauptseminar	Hauptseminar	WP	2 SWS / 21 h	99 h	4	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	Hauptseminar					
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung.					
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung(en)	Vorlesung Einführung in die Computationale Logik: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Nach Absolvierung des Moduls sollen Studierende in der Lage sein						
<ul style="list-style-type: none"> • Syntax, Semantik, Meta-Theorie und Beweis-Theorie der Aussagenlogik und der Prädikatenlogik erster Stufe im Kalkül des natürlichen Schließens übersichtsweise erklären zu können und Beweise im Kalkül für natürliches Schließen für sowohl Aussagenlogik als auch für Prädikatenlogik führen zu können, • in Beschreibungslogiken typische Aufgaben der Repräsentation von Wissen in Logik lösen zu können und eine gegebene einfache Domäne in einem gängigen Tool wie Protégé modellieren zu können, • Klausellogiken (propositional, relational oder voll) in Grundzügen bezüglich Syntax, Semantik und Meta-Theorie erklären zu können, einfache Programme der Logikprogrammierung mit Rekursion und Listen schreiben zu können, die dahinterliegenden Berechnungskonzepte (Suche, Unifikation, Resolution) erklären zu können und Programme mit Elementen der Meta-Programmierung erklären zu können, 						

<ul style="list-style-type: none"> • die Grundlagen des Lernens von logischen Regeln (bspw. Separate-and-Conquer) und das Lernen anhand von Meta-Regeln in Prädikatenlogik zweiter Stufe erklären zu können und • schließlich die zwei Typen von probabilistischen Logiken unterscheiden können und Repräsentanten der zwei Typen anzugeben (bspw. Stochastic Logic Programs vs. ProbLog) und deren Funktionsweise darlegen zu können 	
Inhale	
Vorlesung Einführung in die Computationale Logik <ul style="list-style-type: none"> • Aussagenlogik im Kalkül des natürlichen Schließens • Prädikatenlogik im Kalkül des natürlichen Schließens • Beschreibungslogiken: Syntax und Semantik, Modellierung in Protégé • Klausellogiken und Logikprogrammierung: Rekursion, strukturierte Terme, Listen, einfache Programme, Syntax/Semantik/Meta-Theorie von propositionaler Klausellogik, relationaler Klausellogik und voller Klausellogik, Resolution, Substitution und Unifikation, Unifikationsalgorithmus, SLD-Bäume, Beweisbäume, Meta-Programmierung, Abduktion • Lernen von logischen Regeln: Separate-and-Conquer, pFOIL und FOIL, MetaGol • probabilistische Logiken: Typ-I- und Typ-II-Semantik, Stochastic Logic Programs (SLPs), ProbLog 	
Zugangsvoraussetzung(en)	Keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Keine
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 6 oder 10 LP in die Abschlussnote ein
Häufigkeit des Angebots	Alle zwei Jahre
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Kramer, Univ.-Prof. Dr. Stefan Theodor
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Logic in Computer Science, Second Edition, Michael Huth, Mark Ryan, Cambridge University Press, 2004. Logical and Relational Learning, Luc De Raedt, Springer, 2010. Introduction to Statistical Relational Learning, Lise Getoor, Ben Taskar (Eds.), MIT Press, 2019.	
Sonstiges	
Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert.	

Kryptographie					08.079.551
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 o. 10 LP = 180 - 300 h				
Moduldauer	1 - 2 Semester				
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Kryptographie	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Hauptseminar	Hauptseminar	WP	2 SWS / 21 h	99 h	4
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					

Anwesenheit	Hauptseminar
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung.
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3
Studienleistung(en)	
Modulprüfung(en)	Vorlesung Kryptographie: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen	
Die Teilnehmer kennen die grundlegende mathematische Formalisierung von perfekt-sicheren und algorithmisch-sicheren Verschlüsselungsverfahren. Weiterhin kennen sie die existierenden modernen kryptographischen Verfahren und können diese bezüglich ihrer Sicherheit und Einsatzmöglichkeiten beurteilen. Die Teilnehmer kennen typische Anwendungen kryptographischer Verfahren und können den Einfluss des Quantum Computing auf die klassischen kryptographischen Verfahren einschätzen.	
Inhalte	
Vorlesung Kryptographie <ul style="list-style-type: none"> • Mathematische Grundlagen der Kryptographie • Grundlegende symmetrische und asymmetrische kryptographische Protokolle • Formalisierung und Beweise von Sicherheit • Zero-Knowledge-Verfahren • Pseudozufallszahlen, Hashfunktionen und Nachrichtenauthenzität • Anonymität • Mehr-Parteien-Berechnungen 	
Zugangsvoraussetzung(en)	Module "Mathematik für Informatiker", "Komplexitätstheorie" und "Einführung in die Softwareentwicklung"
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Keine
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 6 oder 10 LP in die Abschlussnote ein.
Häufigkeit des Angebots	Alle zwei Jahre
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Althaus, Univ.-Prof. Dr. Ernst
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Beutelspacher, Albrecht: Moderne Verfahren der Kryptographie: Von RSA zu Zero-Knowledge, Vieweg Verlag, 7. Aufl. 2010, ISBN 978-3834812285 Beutelspacher, Albrecht et al: Kryptographie in Theorie und Praxis. Mathematische Grundlagen für elektronisches Geld, Internetsicherheit und Mobilfunk, Vieweg Verlag, 2.Aufl. 2010, ISBN 978-3834809773 Buchmann, Johannes: Einführung in die Kryptographie, Springer Verlag, 5. Aufl. 2010, ISBN 978-3642111853	
Sonstiges	

Quanteninformatik für Informatiker						08.079.666
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 LP = 180 h					
Moduldauer	1 Semester					
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP	
Quanteninformatik für Informatiker	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3	
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	keine					
Begründung der Anwesenheitspflicht						
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3					
Studienleistung(en)						
Modulprüfung(en)	Vorlesung Quanteninformatik für Informatiker: In der Regel Klausur (120 Min.), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten).					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden erlernen die Grundlagen und den Formalismus der Quantenphysik - soweit für Quanteninformatik und Quantencomputing relevant. Sie können mit Qubits umgehen und verstehen die Besonderheiten im Vergleich zu konventionellen Bits. Sie werden mit verschränkten Quantenzuständen vertraut und wissen um die zentrale Bedeutung von Verschränkung (Entanglement). Die Funktionsweise von Quantenkommunikation, Quantenteleportation und von einigen Quantenalgorithmien wird erarbeitet. Die Studierenden verstehen, bei welchen Problemen Quantencomputing vorteilhaft sein kann, und warum. Sie lernen einige experimentelle Plattformen für Quanteninformatik und Quantencomputing kennen.						
Inhale						
Vorlesung Quanteninformatik für Informatiker						
<ul style="list-style-type: none"> • Elementare Quantenphysik (Dirac-Notation, Axiome der Quantenmechanik, abrupte Quantendynamik des Messprozesses, kontinuierliche Quantendynamik der unitären Zeitentwicklung) • Qubits (Eigenschaften und Besonderheiten, "no cloning"-Theorem, Quantengatter, Quantenschaltkreise) • Verschränkung (Eigenschaften, Nichtlokalität, "no-signaling"-Theorem, Quantenteleportation) • Quanteninformations-Verarbeitung (Deutsch-Josza-Algorithmus - ist eine Funktion "balanced" oder nicht?, Quanten-Fourier-Transformation, Shor-Algorithmus - Faktorisieren, Grover-Algorithmus - Suche in einer unsortierten Liste, Quanten-Fehler-Korrektur) 						
Zugangsvoraussetzung(en)	Keine					
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Modul Mathematik für Informatiker 1					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	Die Note geht mit 6 LP in die Abschlussnote ein.					
Häufigkeit des Angebots	Jedes Wintersemester					
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Walz, Univ.-Prof. Dr. Jochen					

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Bachelor of Science - Informatik Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik
Literatur	
Lehrbücher zur Quantenphysik, z.B. "Modern Quantum Mechanics," Jun J. Sakurai and Jim J. Napolitano, Pearson, 2014. Lehrbücher zur Quanteninformatik, z.B. "Quantum Information," Stephen M. Barnett, Oxford Univ. Press, 2009. "Verschränkte Systeme. Die Quantenphysik auf neuen Wegen", Jürgen Audretsch, Wiley-VCH, 2005. "Quantum computing and quantum information," Michael A. Nielsen and Isaac L. Chuang, Cambridge Univ. Press, 2010. sowie aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen, beispielsweise zur Quantenkommunikation über Satellit.	
Sonstiges	

Verteilte Systeme					
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	6 o. 10 LP = 180 - 300 h				
Moduldauer	1 - 2 Semester				
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Verteilte Systeme	Vorlesung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Übung zur Vorlesung	Übung	P	2 SWS / 21 h	69 h	3
Hauptseminar	Hauptseminar	WP	2 SWS / 21 h	99 h	4
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	Hauptseminar				
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung.				
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3				
Studienleistung(en)					
Modulprüfung(en)	Vorlesung Verteilte Systeme: In der Regel Klausur (120 Minuten), ansonsten mündliche Prüfung (20-30 Minuten). Hauptseminar: Hausarbeit und Vortrag (falls gewählt)				
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen					
In der Vorlesung werden vertiefende Kenntnis der Funktionsweise und des Aufbaus von verteilten Systeme und des Cloud Computings vermittelt. Studierende sind im Anschluss an die Lehrveranstaltung in der Lage, situationsgerecht Systemansätze (Client-Server, P2P, ...) zu benennen und auszuwählen und diese Auswahl zu begründen. Sie haben algorithmische Problemstellungen für verteilte Systeme verstanden, können aus einer allgemeinen Problembeschreibung die zu lösenden algorithmische Aufgabe isolieren und eine begründete Wahl treffen. Sie erarbeiten sich somit die Kompetenz, verteilte Systeme zur Erhöhung von Leistungsfähigkeit oder Fehlertoleranz zum Einsatz zu bringen und geeignet zu dimensionieren. Die in der Vorlesung zu erwerbende Kompetenzen dienen in den Übungen als Grundlage praktischer Aufgaben, die als Lernergebnisse ebenfalls abgeprüft werden können. Auf dem Gebiet des Cloud Computings werden					

darüber hinaus zum Beispiel einfache Map-Reduce-Algorithmen entwickelt und implementiert, auf dem Gebiet der Kommunikation werden einfache Client-Server sowie Peer-to-Peer Architekturen aufgebaut und erweitert. Das Seminar vermittelt einen ausgewählten Überblick über aktuelle Forschungsthemen auf dem Gebiet der verteilten Systeme. Es vermittelt die Kompetenz, sich in aktuelle Primärliteratur auf dem Gebiet der verteilten Systeme einzuarbeiten. Als Lernergebnisse werden die in der Primärliteratur präsentierten Ergebnisse selbständig in einem Vortrag und einer schriftlichen Ausarbeitung aus der eigenen Sicht kommentiert vorgestellt. Weiterhin ist es eine Zielkompetenz des Seminars, aktiv an wissenschaftlichen Diskursen teilnehmen zu können und sich als Lernergebnis in die Diskussion zu Vorträgen aktiv einzubringen

Inhale

Vorlesung Verteilte Systeme

In verteilten Systemen sind Kontrollfunktionen über verschiedene Systeme verteilt, die jeweils als unabhängige IT-Systeme implementiert sind. Diese Lehrveranstaltung behandelt konzeptionelle und architekturelle Fragestellungen beim Entwurf, Einsatz und Betrieb von verteilten Systemen in der Informatik. Es werden die Grundlagen verteilter Systeme und deren algorithmischen Herausforderungen diskutiert sowie Anwendungen aus den Gebieten der Client-Server Systeme sowie des Cloud Computings vorgestellt. Weiterhin werden die Leistungsbewertung und Verlässlichkeit von verteilten Systemen behandelt.

Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt:

1. Verteilte Systeme•Einführung verteilte Systeme•Fehler- und Zeitmodelle•Kommunikationsbeziehungen in Verteilten Systemen•Aufteilung in mehrstufige Architekturen•Middleware, Prozess- und Codemigration•Verteilte Zustände, Synchronisation•Replikation und Konsistenz•Verteilter gemeinsamer Speicher•Fehlertoleranz
2. Anwendungen•Verteilte Dateisysteme•Cloud Computing

Zugangsvoraussetzung(en)

Keine

Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls

Module Einführung in die Programmierung und Technische Informatik

Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)

Deutsch

Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote

Die Note geht mit 6 o. 10 LP in die Abschlussnote ein

Häufigkeit des Angebots

Nicht regelmäßig

Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter

[Brinkmann, Univ.-Prof. Dr. André](#)

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

Bachelor of Science - Informatik
Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik

Literatur

Sonstiges

Das Praktikum wird im zweiwöchigen Block in der vorlesungsfreien Zeit absolviert

Masterseminar

Als Vorbereitung auf die Masterarbeit wird ein Masterseminar angeboten. Die Studierende arbeiten sich in einen neuen Themenbereich ein, der im Regelfall Grundlage für die anschließende Masterarbeit ist.

Masterseminar					
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Pflichtmodul				
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	12 LP = 360 h				
Moduldauer	1 Semester				
Lehrveranstaltungen	Art	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit	Selbststudium	LP
Masterseminar	Hauptseminar	P	2 SWS / 21 h	99 h	4
Projekt/Projektarbeit	Projekt	P	2 SWS / 21 h	220 h	8
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:					
Anwesenheit	Hauptseminar Masterseminar				
Begründung der Anwesenheitspflicht	Hauptseminar: Hauptseminar gemäß § 5 Abs. 5; Die Lernziele gründen auf der unmittelbaren Interaktion zwischen Studierenden. Neben der praktischen fachlichen Kompetenz sind wichtige Lernziele die Literaturrecherche, Präsentation und Diskussionsführung.				
Aktive Teilnahme	gemäß § 5 Abs. 3				
Studienleistung(en)					
Modulprüfung(en)	Präsentation der Ergebnisse als Vortrag (Länge ca. 30 Minuten) und anschl. Disputation (max. Prüfungsdauer 45 Minuten).				
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen					
Die Studierenden sind befähigt, ein Thema im von ihnen gewählten Spezialgebiet wissenschaftlich zu bearbeiten. Sie sind in der Lage sich in einer Kleingruppe einen Einblick in ein Spezialgebiet zu verschaffen. Weiterhin sind sie befähigt, auch in interdisziplinären Gruppen, komplexe Sachverhalte zu kommunizieren und zu diskutieren.					
Inhale					
Einarbeitung in ein wissenschaftliches Spezialgebiet durch Literaturrecherche, wissenschaftliche Diskussionen und evtl. prototypische Implementierungen.					
Zugangsvoraussetzung(en)	Erfolgreicher Abschluss der Angleichungsmodule.				
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls	Erfolgreicher Abschluss der Lehrveranstaltungen des Studiengangs.				
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch / Englisch				
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	12 LP				
Häufigkeit des Angebots	jedes Semester				
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Lehrende die am Studiengang beteiligt sind.				
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	Master of Science - Naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Informatik				

Modul	Abschlussmodul					
Pflicht- oder Wahlpflichtmodul	Pflichtmodul					
Leistungspunkte (LP) und Arbeitsaufwand (workload)	31 LP = 900 h					
Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	1 Semester					
Lehrveranstaltungen/ Lernformen	Art	Regelsemester bei Studienbeginn WiSe (SoSe)	Verpflichtungsgrad	Kontaktzeit (SWS)	Selbststudium (h)	Leistungspunkte
a) Masterarbeit		4	P		900	30
b) mündl. Abschlussprüfung	K	4	P	0,1 h	29	1
Um das Modul abschließen zu können sind folgende Leistungen zu erbringen:						
Anwesenheit	Nach Aufgabenstellung und Absprache mit der Betreuung.					
Begründung der Anwesenheit	Gemäß HochSchG § 26 Abs. 2 (7), wissenschaftliche (praktische) Forschungsarbeit (nach Aufgabenstellung und Absprache mit der Betreuung)					
Aktive Teilnahme						
Studienleistung(en)						
Modulteilprüfungen	a) Masterarbeit: schriftliche Ausarbeitung; b) Mündliche Abschlussprüfung: Präsentation der Ergebnisse als Vortrag (Länge ca. 30 Minuten), mündliche Verteidigung und Beantwortung auch randständiger Fragen; max. Prüfungsdauer 45 Minuten. Bei der Note wird die Masterarbeit mit 90% und die mündliche Prüfung mit 10% gewichtet.					
Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen						
Die Studierenden sind befähigt, ein Thema im von ihnen gewählten Spezialgebiet wissenschaftlich zu bearbeiten. Sie sind in der Lage in Form einer wissenschaftlichen Schrift (Masterarbeit) in der Lage, in dieses Thema einzuführen, ihre Ergebnisse zu schildern und zu dokumentieren und sie im Lichte der relevanten Literatur zu interpretieren und zu diskutieren. Sie sind außerdem befähigt, ihre Masterarbeit als wissenschaftlichen Vortrag zu präsentieren und zu verteidigen und dabei auch Fragen zum Thema sowie zu Randgebieten zu beantworten (Abschlussprüfung).						
Inhalte						
Masterarbeit: Verfassung einer wissenschaftlichen Schrift zum Thema.						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung(en) für das Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls						
Erfolgreicher Abschluss des Masterseminars.						
Zugangsvoraussetzung(en)	Erfolgreicher Abschluss des Masterseminars					
Unterrichtssprache(n) und Prüfungssprache(n)	Deutsch					
Stellenwert der Modulnote in der Gesamtnote	31 LP					
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester					
Modulbeauftragte oder Modulbeauftragter	Vorsitzende des Prüfungsausschusses					
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen						
Sonstiges	Literatur:					

B - Naturwissenschaftliche Informatik – Schwerpunktfach Biologie

B 1 - Schwerpunktfach Biologie: Angleichungsmodule (insgesamt 27 LP, unbenotet)

Modul: Angleichung I (Biologie)						
Aufwand	Leistungs- punkte	Dauer	Pflicht- o. Wahlpflichtmodul			Regel- semester
8 SWS/360 h	12 LP	2 Semester	P			1-2
Veranstaltungen		Regel- semester	SWS	Verpflich- tungsgrad	Studien- leistung	Leistungs- punkte
Mikrobiologie		1 (2)			Klausur (60 Min.)	
- Vorlesung			2	P		3 LP
- Übung			2	P		3 LP
Einführung in die Bioinformatik		1 (2)			Klausur (120 Min.) o. mündliche Prüfung (30 Min.)	
- Vorlesung			2	P		3 LP
- Übung			2	P		3 LP
Modulprüfung: keine						

Modul: Angleichung II (Biologie)					
Aufwand	Leistungs- punkte	Dauer		Pflicht- o. Wahlpflichtmodul	Regel- semester
10 SWS/450 h	15 LP	2 Semester		P	1-2
Veranstaltungen		SWS	Verpflich- tungsgrad	Modulprüfung	Leistungs- punkte
Molekulare Biologie I: Kristallstrukturaufklärung von Proteinen		10	WP	Protokoll o. Klausur (60 Min.)	15 LP
Molekulare Biologie I: Analyse von Eukaryoten-Genen		10	WP	Protokoll o. Klausur (60 Min.)	15 LP
Molekulare Biologie I: Molekulare Zoologie		10	WP	Protokoll o. Klausur (60 Min.)	15 LP
Molekulare Biologie I: Molekulargenetik der Eukaryoten		10	WP	Protokoll o. Klausur (60 Min.)	15 LP
Biologie der Organismen: Phylogenie und Evolution der Pflanzen		10	WP	Protokoll o. Klausur (60 Min.)	15 LP
Biologie der Organismen: Populationsökologie		10	WP	Protokoll o. Klausur (60 Min.)	15 LP

Biologie der Organismen: Motorisches Lernen in Mensch und Modellorganismen	10	WP	Protokoll o. Klausur (60 Min.)	15 LP
Biologie der Organismen: Evolution und Diversität nicht-humaner Primaten und des Menschen	10	WP	Protokoll o. Klausur (60 Min.)	15 LP

B-2 Spezialisierungsbereich Biologie

Es sind im Spezialisierungsbereich insgesamt mindestens 24 LP notwendig, davon mind. 11 LP aus dem gewählten Schwerpunktfach.

Module im Bereich der Spezialisierung des Schwerpunkts Biologie

Spezialisierung – „Typ A“- Module der Biologie					
	Aufwand 10 SWS/330 h	Leistungs- punkte 11 LP	Dauer 1 Semester		Regelsemester 1-3
Modul-Nr / Veranstaltungen	SWS	Verpflich- tungs- grad	Modulprüfung	Leistungs- punkte	
M1a: Proteinbiochemie und Bioinformatik I	V2+Ü7+S1	WP	Klausur	11 LP	
M2a: Evolution, Ökologie und Verhalten der Tiere I	V2+Ü/Ex	WP	Schriftl. Ausarbeitung	11 LP	
M7a: Molekulargenetik und Genomanalyse I	V2+Ü7	WP	Klausur (60 Min.)	11 LP	
M8a: Molecular Basis of Synaptic Plasticity I	V2+Ü7+S1	WP	Klausur (60 Min.)	11 LP	
M9a: Sensory Processing: Concept – Neural Circuits - Tools	V2+Ü7+S1	WP	Schriftl. Ausarbeitung u. Vortrag	11 LP	
M10a: Molecular Cell Biology I	V2+Ü7+S1	WP	Schriftl. Ausarbeitung o. Vortrag	11 LP	
M12a: From Ion Channels to Behavior I	V2+Ü7+S1	WP	Klausur (60 Min.)	11 LP	
M15a: Mikrobiologie I	V2+Ü7+S1	WP	Klausur (60 Min.) o. mündl. Prüfung (30 Min)	11 LP	
M16a: Molekulare Biologie der Alterung I	V2+Ü7+S1	WP	Klausur (60 Min.)	11 LP	
M16-1a: Molekulare Biologie und Proteomforschung I	V2+Ü7+S1	WP	Klausur (60 Min.)	11 LP	
M17a: Molecular Medicine I	V2+Ü7+S1	WP	Schriftl. Ausarbeitung	11 LP	

Spezialisierung – „Typ B“-Module der Biologie					
	Aufwand 13 SWS/390 h	Leistungs- punkte 13 LP	Dauer 1 Semester		Regel- semester 1-2
Veranstaltungen	SWS	Verpflich- tungs- grad	Modulprüfung	Leistungs- punkte	
M1b: Proteinbiochemie und Bioinformatik II	Ü12+S1	WP	Präsentation o. Abschluss-bericht	13 LP	
M2b: Evolution, Ökologie und Verhalten der Tiere II	Ü13	WP	Präsentation o. Abschluss-bericht	13 LP	
M7b: Molekulargenetik und Genomanalyse II	Ü12+S1	WP	Präsentation o. Abschluss-bericht	13 LP	
M8b: Molecular Basis of Synaptic Plasticity II	Ü12+S1	WP	Ausarbeitung u. Vortrag	13 LP	
M9b: Mechanisms of Visual/Olfactory Processing	Ü12+S1	WP	Ausarbeitung u. Vortrag	13 LP	
M10b: Molecular Cell Biology II	Ü13	WP	Ausarbeitung o. Vortrag	13 LP	
M12b: From Ion Channels to Behavior II	Ü12+S1	WP	Ausarbeitung u. Vortrag	13 LP	
M15b: Mikrobiologie II	Ü13	WP	Klausur (60 Min.) o. mündl. Prüfung (30 Min)	13 LP	
M16b: Molekulare Biologie der Alterung II	Ü12+S1	WP	Mündl. Präsentation	13 LP	
M16-1b: Molekulare Biologie und Proteomforschung II	Ü12+S1	WP	Mündl. Präsentation o. Ausarbeitung	13 LP	
M17b: Molecular Medicine II	Ü12+S1	WP	Ausarbeitung u. Vortrag	13 LP	

**C - Naturwissenschaftliche Informatik –
Schwerpunktfach Mathematik**

C – 1 Angleichungsmodule der Mathematik

Modul: Angleichung I (Mathematik)						
	Aufwand 6 SWS/270 h	Leistungs- punkte 9 LP	Dauer 2 Semester			Regel- semester 1-2
Veranstaltungen		Regelsemester	SWS	Verpflichtungsgrad	Studienleistung	Leistungs- punkte
Analysis II		1			Klausur (120 Min.)	
- Vorlesung			4	P		6 LP
- Übung			2	P		3 LP
Modulprüfung: keine						

Modul: Angleichung II (Mathematik)						
	Aufwand 6 SWS/270 h	Leistungs- punkte 9 LP	Dauer 1 Semester			Regel- semester 1-2
Veranstaltungen		Regelsemester	SWS	Verpflichtungsgrad	Studienleistung	Leistungs- punkte
Grundlagen der Numerik		2 (1)			Klausur (120 Min.)	
- Vorlesung			4	P		6 LP
- Übung			2	P		3 LP
Modulprüfung: keine						

Modul: Angleichung III (Mathematik)						
	Aufwand 6 SWS/270 h	Leistungs- punkte 9 LP	Dauer 1 Semester			Regel- semester 1-2
Veranstaltungen		Regelsemester	SWS	Verpflichtungsgrad	Studienleistung	Leistungs- punkte
Einführung in die Stochastik		1 (2)			Klausur (120 Min.)	
- Vorlesung			4	P		6 LP
- Übung			2	P		3 LP
Modulprüfung: keine						

C – 2 Module im Bereich der Spezialisierung des Schwerpunkts Mathematik

Basismodule Mathematik				
Aus den aufgeführten Modulen können im Rahmen der Spezialisierung einzelne Module gewählt werden. Für alle Module gilt:				
Aufwand	Leistungspunkte	Dauer	Verpflichtungsgrad	Regelsemester
6 SWS/270 h	9 LP	1 Semester	WP	1-3
Modulprüfung:	Klausur (120 Minuten) oder mündl. Prüfung (20-30 Min.)			
Stellenwert der Note	Geht mit den Leistungspunkten des Moduls in die Endnote ein.			
Module / Veranstaltungen		SWS	Verpflichtungsgrad	
M: Algebra I V+Ü: Körper, Ringe und Moduln		4V+2Ü	WP	
M: Algebraische Kurven und Riemannsche Flächen V+Ü: Algebraische Kurven und Riemannsche Flächen		4V+2Ü	WP	
M: Computeralgebra V+Ü: Computeralgebra		4V+2Ü	WP	
M: Funktionentheorie V+Ü: Funktionentheorie		4V+2Ü	WP	
M: Topologie V+Ü: Topologie		4V+2Ü	WP	
M: Zahlentheorie V+Ü: Zahlentheorie		4V+2Ü	WP	
M: Einführung in die Funktionalanalysis V+Ü: Funktionalanalysis I		4V+2Ü	WP	
M: Elementare Differentialgeometrie und Mannigfaltigkeiten V+Ü: Elementare Differentialgeometrie und Mannigfaltigkeiten		4V+2Ü	WP	
M: Grundlagen der partiellen Differentialgleichungen V+Ü: Partielle Differentialgleichungen I		4V+2Ü	WP	
M: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen V+Ü: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen		4V+2Ü	WP	
M: Stochastik I V+Ü: Stochastik I		4V+2Ü	WP	

Module: Vertiefungsmodule Mathematik				
Aus den aufgeführten Modulen können im Rahmen der Spezialisierung Module gewählt werden. Es besteht auch die Möglichkeit nur die Vorlesung V1 zu belegen. Für alle Module gilt:				
Aufwand	Leistungspunkte	Dauer	Verpflichtungsgrad	Regelsemester
8 SWS/450 h	15 LP	2 Semester	WP	1-3
4 SWS/240 h	8 LP	1 Semester	WP	1-3

Modulprüfung:	mündl. Prüfung (20-30 Min.)	
Stellenwert der Note	Geht mit den Leistungspunkten des Moduls in die Endnote ein.	
Die Module bestehen aus 2 Vorlesungen, wobei der Teil 2 auf dem ersten Teil aufbaut.		
Modul / Veranstaltungen	SWS	Verpflichtungsgrad
M: Stochastik 2 V1: Stochastik II V2: Stochastik III	8(4) SWS 4 SWS 4 SWS	WP P WP
M: Algebraische Geometrie V1: Algebraische Geometrie I V2: Algebraische Geometrie II	8(4) SWS 4 SWS 4 SWS	WP P WP
M: Algorithmische Kommutative Algebra V1: Algorithmische Kommutative Algebra I V2: Algorithmische Kommutative Algebra II	8(4) SWS 4 SWS 4 SWS	WP P WP
M: Algebraische Topologie V1: Algebraische Topologie I V2: Algebraische Topologie II	8(4) SWS 4 SWS 4 SWS	WP P WP
M: Algebraische Zahlentheorie V1: Algebraische Zahlentheorie I V2: Algebraische Zahlentheorie II	8(4) SWS 4 SWS 4 SWS	WP P WP
M: Funktionalanalysis V1: Funktionalanalysis II V2: Funktionalanalysis III	8(4) SWS 4 SWS 4 SWS	WP P WP
M: Singularitätentheorie V1: Singularitäten I V2: Singularitäten II	8(4) SWS 4 SWS 4 SWS	WP P WP
M: Partielle Differentialgleichungen V1: Partielle Differentialgleichungen II V2: Partielle Differentialgleichungen III	8(4) SWS 4 SWS 4 SWS	WP P WP
M: Differentialgeometrie V1: Differentialgeometrie I V2: Differentialgeometrie II	8(4) SWS 4 SWS 4 SWS	WP P WP

Modul: Wissenschaftliches Rechnen (Wahlpflichtmodul)					
Aufwand	Leistungs- punkte	Dauer		Regelsemester	
10 SWS/480 h	16 LP	2 Semester		1-3	
Veranstaltungen	Regel- semester	SWS	Verpflich- tungsgrad	Studien- leistung	Leistungs- punkte
Numerik partieller differentialgleichungen	1 (2)	4V	P		8 LP
Übung	1 (2)	2V	P	Aktive Teilnahme	
Modellierungspraktikum	2 (3)	4Pr	P	Portfolio	8 LP
Moduleilprüfungen					
Vorlesung: Klausur (120 Minuten) oder mündl. Prüfung (20-30 Minuten)					
Praktikum: Hausarbeit und Präsentation					

Modul: Hauptseminar (Wahlpflichtmodul)					
Aufwand	Leistungs- punkte	Dauer		Regelsemester	
2 SWS / 120 h	4 LP	1 Semester		2-3	
Veranstaltungen	Regel- semester	SWS	Verpflich- tungsgrad	Studien- leistung	Leistungs- punkte
Hauptseminar	2 (3)	2HS	P		4 LP
Modulteilprüfungen: Vortrag					

**D - Naturwissenschaftliche Informatik –
Schwerpunktfach Meteorologie**

D -1 Angleichungsmodule der Meteorologie

Modul: Angleichung I (Meteorologie)					
Aufwand	Leistungspunkte		Dauer		Regelsemester
9 SWS/390 h	13 LP		2 Semester		1-2
Veranstaltungen	Regelsemester	SWS	Verpflichtungsgrad	Studienleistung	Leistungspunkte
Einführung in die Meteorologie - Vorlesung - Übung	1 (2)	4 2	P P		8 LP
Klimatologie und Klima - Vorlesung + Übung	2 (1)	3	P		5 LP
Modulprüfung: Klausur (90 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min.), Note geht nicht in die Endnote ein.					

Modul: Angleichung II (Meteorologie)					
Aufwand	Leistungspunkte	Dauer			Regelsemester
6 SWS/240 h	8 LP	1 Semester			1-2
Veranstaltungen	Regelsemester	SWS	Verpflichtungsgrad	Studienleistung	Leistungspunkte
Atmosphärische Thermodynamik - Vorlesung - Übung	1 (2)	4 2	P P		5 LP 3 LP
Modulprüfung: Klausur (90 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min.), Note geht nicht in die Endnote ein.					

Modul: Angleichung III (Meteorologie)					
Aufwand	Leistungspunkte		Dauer		Regelsemester
4 SWS/150 h	5 LP		1 Semester		1-2
Veranstaltungen	Regelsemester	SWS	Verpflichtungsgrad	Studienleistung	Leistungspunkte
Synoptische Meteorologie I - Vorlesung - Übung + Seminar	1 (2)	2 2	WP P P	Eigene Wetterbesprechung	5 LP

Modulprüfung: Klausur (90 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min.), Note geht nicht in die Endnote ein.

Modul: Angleichung IV (Meteorologie)					
Aufwand	Leistungspunkte		Dauer		Regelsemester
4 SWS/150 h	5 LP		1 Semester		1-2
Veranstaltungen	Regelsemester	SWS	Verpflichtungsgrad	Studienleistung	Leistungspunkte
Synoptische Meteorologie II	1 (2)		WP	Eigene Wetterbesprechung	5 LP
- Vorlesung		2	P		
- Übung + Praktikum		2	P		
Modulprüfung: Klausur (90 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min.), Note geht nicht in die Endnote ein.					

Modul: Angleichung V (Meteorologie)					
Aufwand	Leistungspunkte		Dauer		Regelsemester
3 SWS/90 h	3 LP		1 Semester		1-2
Veranstaltungen	Regelsemester	SWS	Verpflichtungsgrad	Studienleistung	Leistungspunkte
Angewandte Meteorologie	1 (2)		WP		3 LP
- Vorlesung		2	P		
- Seminar		1	P		
Modulprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung; erzielte Note geht nicht in die Endnote ein.					

D - 2 Module im Bereich der Spezialisierung des Schwerpunkts Meteorologie

Vertiefungsmodule Meteorologie				
Es kann zwischen den aufgeführten Optionen gewählt werden. Es gibt verschiedene Modulgrößen (3, 6, 7 und 8 LP).. Für alle Module gilt:				
Aufwand	Leistungspunkte	Dauer	Verpflichtungsgrad	Regelsemester
6 SWS/180 h	8 LP	1 Semester	P	1-3
5 SWS/270 h	7 LP	1 Semester	P/WP	1-3
4 SWS/180 h	6 LP	1 Semester	WP	1-3
2 SWS/90 h	3 LP	1 Semester	WP	1-3
Modulprüfung:	Alle Module die aus einer Vorlesung und einer begleitenden Übung bestehen werden durch eine Klausur (90 Min.) oder mündl. Prüfung			

	(30 Min.) geprüft. Für die Module „Spezialvorlesungen: ...“ findet keine Modulprüfung statt, sondern anhand der aktiven Teilnahme werden die LP vergeben.		
Stellenwert der Note	Geht mit den Leistungspunkten des Moduls in die Endnote ein.		
Modul / Veranstaltungen	SWS	LP	Verpflichtungsgrad
Option 1			
M: Atmosphärische Thermodynamik und Wolken V: Wolkenphysik Ü: Übung	6 SWS 4 SWS 2 SWS	8 LP	P P P
M: Wolken und Aerosole V: Wolken und Aerosole Ü: Übung	5 SWS 3 SWS 2 SWS	7 LP	P P P
M: Wolken und Aerosole 2 V: Physik und Chemie des Atmosphärischen Aerosols Ü: Übung	4 SWS 2 SWS 2 SWS	6 LP	WP P P
M: Spezialvorlesungen: Dynamik von Wetter und Klima V: Spezialvorlesung 1	2 SWS 2 SWS	3 LP	WP P
M: Spezialvorlesungen: Dynamik von Wetter und Klima V: Spezialvorlesung 2	2 SWS 2 SWS	3 LP	WP P
Option 2			
M: Grundlagen der Atmosphärenhydrodynamik V: Grundlagen der Atmosphärenhydrodynamik Ü: Übung	6 SWS 4 SWS 3 SWS	8 LP	P P P
M: Großräumige Atmosphärendynamik 1 V: Balancierte und nicht balancierte Aspekte der Atmosphärendynamik Ü: Übung	5 SWS 3 SWS 2 SWS	7 LP	P P P
M: Großräumige Atmosphärendynamik 2 V: Fortgeschrittene Themen der Atmosphärendynamik Ü: Übung	4 SWS 2SWS 2 SWS	6 LP	WP P P
M: Spezialvorlesungen Wolken und Aerosole V: Spezialvorlesung 1	2 SWS 2 SWS	3 LP	WP P
M: Spezialvorlesungen Wolken und Aerosole V: Spezialvorlesung 2	2 SWS 2 SWS	3 LP	WP P
Option 3			
M: Atmosphärenmodellierung 1 V: Modellierung mit gewöhnlichen Differentialgleichungen Ü: Übung	5 SWS 3 SWS 2 SWS	7 LP	WP P P
M: Atmosphärenmodellierung 1 V: Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen	5 SWS 3 SWS 2 SWS	7 LP	WP P P

Ü: Übung			
M: Spezialvorlesungen: Modellierung	2 SWS	3 LP	WP
V: Spezialvorlesung 1	2 SWS		P
M: Spezialvorlesungen: Modellierung	2 SWS	3 LP	WP
V: Spezialvorlesung 2	2 SWS		P
Option 4			
M: Chemie der Atmosphäre 1	5 SWS	7 LP	P
V: Chemie der Atmosphäre - Grundlagen und Mechanismen	3 SWS		P
Ü: Übung	2 SWS		P
M: Chemie der Atmosphäre	4 SWS	6 LP	WP
V: Chemie der Atmosphäre – Troposphäre und Stratosphäre	2 SWS		P
Ü: Übung	2 SWS		P
M: Spezialvorlesungen: Zusammensetzung der Atmosphäre	2 SWS	3 LP	WP
V: Spezialvorlesung 1	2 SWS		P
M: Spezialvorlesungen: Zusammensetzung der Atmosphäre	2 SWS	3 LP	WP
V: Spezialvorlesung 2	2 SWS		P

E - Naturwissenschaftliche Informatik – Schwerpunktfach Physik

E -1 Angleichungsmodule der Physik

Modul: Angleichung I (Experimentalphysik I)					
Aufwand	Leistungspunkte	Dauer		Regelsemester	
8 SWS/270 h	9 LP	1 Semester		1	
Veranstaltungen	Regelsemester	SWS	Verpflichtungsgrad	Studienleistung	Leistungspunkte
Experimentalphysik I	1		WP	Klausur (120 Min.)	
- Vorlesung		4	P		6 LP
- Übung		2	P		2 LP
- Tutorium		2	P		1 LP
Modulprüfung: keine					

Modul: Angleichung II (Experimentalphysik II)					
Aufwand	Leistungspunkte	Dauer		Regelsemester	
8 SWS/270 h	9 LP	1 Semester		1 o. 2	
Veranstaltungen	Regelsemester	SWS	Verpflichtungsgrad	Studienleistung	Leistungspunkte
Experimentalphysik II	1		WP	Klausur (120 Min.)	
- Vorlesung		4	P		6 LP
- Übung		2	P		2 LP
- Tutorium		2	P		1 LP
Modulprüfung: keine					

Modul: Angleichung III (Experimentalphysik III)					
Aufwand	Leistungspunkte	Dauer		Regelsemester	
6 SWS/270 h	9 LP	1 Semester		1 o. 2	
Veranstaltungen	Regelsemester	SWS	Verpflichtungsgrad	Studienleistung	Leistungspunkte
Experimentalphysik III	1		WP	Klausur (120 Min.)	
- Vorlesung		4	P		6 LP
- Übung		2	P		3 LP
Modulprüfung: keine					

Modul: Angleichung IV (Experimentalphysik IV)					
Aufwand	Leistungspunkte	Dauer		Regelsemester	
6 SWS/270 h	9 LP	2 Semester		1-2	
Veranstaltungen	Regelsemester	SWS	Verpflichtungsgrad	Studienleistung	Leistungspunkte
Experimentalphysik IV	2		WP	Klausur (120 Min.)	
- Vorlesung		4	P		6 LP
- Übung		2	P		3 LP
Modulprüfung: keine					

Modul: Angleichung V (Theoretische Physik I)					
Aufwand	Leistungspunkte	Dauer		Regelsemester	
5 SWS/150 h 11 SWS/330 h	9 LP 13 LP	1 Semester		1	
Veranstaltungen	Regelsemester	SWS	Verpflichtungsgrad	Studienleistung	Leistungspunkte
Theoretische Mechanik	1		WP	Klausur (120 Min.)	8 LP
- Vorlesung		4	P		
- Übung		2	P		
Mathematische Rechenmethoden	1		WP	Klausur (120 Min.)	5 LP
-Vorlesung		3	P		
- Übung		2	P		
Modulprüfung: keine					

Modul: Angleichung VI (Theoretische Physik II)					
Aufwand	Leistungspunkte	Dauer		Regelsemester	
6 SWS/270 h	9 LP	1 Semester		1 o. 2	
Veranstaltungen	Regelsemester	SWS	Verpflichtungsgrad	Studienleistung	Leistungspunkte
Theoretische Physik II	1 o. 2		WP	Klausur (120 Min.)	
- Vorlesung		4	P		6 LP
- Übung		2	P		3 LP
Modulprüfung: keine					

Modul: Angleichung VII (Theoretische Physik III)			
Aufwand	Leistungspunkte	Dauer	Regelsemester

6 SWS/270 h	9 LP	1 Semester		1 o. 2	
Veranstaltungen	Regelsemester	SWS	Verpflichtungsgrad	Studienleistung	Leistungspunkte
Theoretische Physik III	1 o. 2		WP	Klausur (120 Min.)	
- Vorlesung		4	P		6 LP
- Übung		2	P		3 LP
Modulprüfung: keine					

Modul: Angleichung VIII (Theoretische Physik IV)					
Aufwand	Leistungspunkte	Dauer		Regelsemester	
6 SWS/270 h	9 LP	2 Semester		1-2	
Veranstaltungen	Regelsemester	SWS	Verpflichtungsgrad	Studienleistung	Leistungspunkte
Theoretische Physik IV	1 o. 2		WP	Klausur (120 Min.)	
- Vorlesung		4	P		6 LP
- Übung		2	P		3 LP
Modulprüfung: keine					

E – 2 Module im Bereich der Spezialisierung des Schwerpunkts Physik

Vertiefungsmodule Physik				
Aus den aufgeführten Modulen können im Rahmen der Spezialisierung Module gewählt werden. Es gibt zwei verschiedene Modulgrößen (6 LP bzw. 9 LP). Für alle Module gilt:				
Aufwand	Leistungspunkte	Dauer	Verpflichtungsgrad	Regelsemester
6 SWS/180 h	6 LP	1 Semester	WP	1-3
9 SWS/270 h	9 LP	1 Semester	WP	1-3
Modul(teil)prüfung:	Klausur (120 Min.) oder mündl. Prüfung (20-30 Min.) Sollten andere Modul(teil)prüfungen festgelegt sein, sind diese in der Tabelle angegeben.			
Stellenwert der Note	Geht mit den Leistungspunkten des Moduls in die Endnote ein.			
Modul / Veranstaltungen		SWS	LP	Verpflichtungsgrad
M: Experimentalphysik 5a		4 SWS	6 LP	WP
V: Atom- und Quantenphysik		3 SWS		P
Ü: Übung		1 SWS		P
M: Experimentalphysik 5b		4 SWS	6 LP	WP
V: Kern- und Teilchenphysik		3 SWS		P

Ü: Übung	1 SWS		WP
M: Experimentalphysik 5c V: Physik kondensierter Materie Ü: Übung	4 SWS 3 SWS 1 SWS	6 LP	WP P P
M: Messmethoden (Elektronik) (MTP: Klausur 120 Min.) V: Elektronik Ü: Übung P: Praktikum (Modulteilprüfung: Portfolio)	4 (7) SWS 3 SWS 1 SWS 3 SWS	6 (9) LP	WP P P WP
M: Quantenoptik (MP: mündliche Prüfung 30-45 Min.) V: Quantenoptik Ü: Übung	4 SWS 3 SWS 1 SWS	6 LP	WP P P
M: Quanteninformation (MP: mündliche Prüfung 30-45 Min.) V: Quanteninformation Ü: Übung	4 SWS 3 SWS 1 SWS	6 LP	WP P P
M: Teilchendetektoren (MP: mündliche Prüfung 30-45 Min.) V: Teilchendetektoren Ü: Übung	4 SWS 3 SWS 1 SWS	6 LP	WP P P
M: Statistik, Datenanalyse und Simulation (MP: mündliche Prüfung 30-45 Min.) V: Statistik, Datenanalyse und Simulation Ü: Übung	4 SWS 3 SWS 1 SWS	6 LP	WP P P
M: Theoretische Physik 5 V: Klassische Feldtheorie Ü: Übung	6 SWS 4 SWS 2 SWS	9 LP	WP P P
M: Theoretische Physik 6 V: Höhere Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie Ü: Übung	6 SWS 4 SWS 2 SWS	9 LP	WP P P
M: Theoretische Physik 7 V: Statistische Theorie der kondensierten Materie Ü: Übung	6 SWS 4 SWS 2 SWS	9 LP	WP P P
M: Computersimulationen der statistischen Physik (MP: mündliche Prüfung 30-45 Min.) V: Computersimulationen der statistischen Physik Ü: Übung	4 SWS 3 SWS 1 SWS	6 LP	WP P P
M: Moderne Methoden der Theoretischen Hochenergie-, Teilchen- und Kernphysik (MP: mündliche Prüfung 30-45 Min.) V: Moderne Methoden der Theoretischen Hochenergie-, Teilchen- und Kernphysik Ü: Übung	4 SWS 3 SWS 1 SWS	6 LP	WP P P
M: Theorie der weichen Materie I (MP: mündliche Prüfung 30-45 Min.) V: Theorie der weichen Materie I Ü: Übung	4 SWS 3 SWS 1 SWS	6 LP	WP P P
M: Theorie der weichen Materie II (MP: mündliche Prüfung 30-45 Min.) V: Theorie der weichen Materie II Ü: Übung	4 SWS 3 SWS 1 SWS	6 LP	WP P P
M: Ausgewählte Kapitel der Theorie kondensierter	4 SWS	6 LP	WP

	Materie			
V:	Ausgewählte Kapitel der Theorie kondensierter Materie	3 SWS		P
Ü:	Übung	1 SWS		P

**F - Wirtschaftswissenschaftliche Informatik –
Schwerpunktfach Wirtschaftswissenschaften**

F-1 Angleichungsmodule der Wirtschaftswissenschaften

Modul: Angleichung I (Wirtschaftswissenschaften)					
Aufwand	Leistungs- punkte	Dauer		Regelsemester	
4 SWS/180 h	7 LP	1 Semester		1-2 Sem	
Veranstaltungen	Regel- semester	SWS	Verpflich- tungsgrad	Studien- leistung	Leistungs- punkte
Externes Rechnungswesen	1 (2)		P	Klausur (60 Min.)	
- Vorlesung		2	P		4 LP
- Übung		2	P		3 LP
Modulprüfung: keine					

Modul: Angleichung II (Wirtschaftswissenschaften)					
Aufwand	Leistungs- punkte	Dauer		Regelsemester	
4 SWS/180 h	7 LP	1 Semester		1-2 Sem	
Veranstaltungen	Regel- semester	SWS	Verpflich- tungsgrad	Studien- leistung	Leistungs- punkte
Internes Rechnungswesen	1 (2)		P	Klausur (60 Min.)	
- Vorlesung		2	P		4 LP
- Übung		2	P		3 LP
Modulprüfung: keine					

Modul: Angleichung III (Wirtschaftswissenschaften)					
Aufwand	Leistungs- punkte	Dauer		Regelsemester	
4 SWS/210 h	7 LP	1 Semester		1-2 Sem	
Veranstaltungen	Regel- semester	SWS	Verpflich- tungsgrad	Studien- leistung	Leistungs- punkte
Operations Management	1 (2)		P	Klausur (60 Min.)	
- Vorlesung		2	P		4 LP
- Übung		2	P		3 LP
Modulprüfung: keine					

Modul: Angleichung IV (Wirtschaftswissenschaften)					
Aufwand	Leistungspunkte	Dauer		Regelsemester	
4 SWS/180 h	6 LP	2 Semester		1-2	
Veranstaltungen	Regelsemester	SWS	Verpflichtungsgrad	Studienleistung	Leistungspunkte
Recht	2 (1)		P	Klausur (60 min.)	
- Vorlesung		2	P		3 LP
- Übung		2	P		3 LP
Modulprüfung: keine					

F - 2 Module im Bereich der Spezialisierung des Schwerpunkts Wirtschaftswissenschaften

Vertiefungsmodule Wirtschaftswissenschaften				
Es kann zwischen den aufgeführten Optionen gewählt werden. Es gibt verschiedene Modulgrößen (3, 6, 7 und 8 LP). Für alle Module gilt:				
Aufwand	Leistungspunkte	Dauer	Verpflichtungsgrad	Regelsemester
6 SWS/180 h	8 LP	1 Semester	P	1-3
5 SWS/270 h	7 LP	1 Semester	P/WP	1-3
4 SWS/180 h	6 LP	1 Semester	WP	1-3
2 SWS/90 h	3 LP	1 Semester	WP	1-3
Modulprüfung:	Die meisten Module bestehen aus einer Vorlesung und einer begleitenden Übung, diese Module werden durch eine Klausur (60 Min.) abgeprüft. Sollte es andere Prüfungsmodalitäten geben, sind in der Tabelle direkt vermerkt.			
Stellenwert der Note	Module gehen mit den Leistungspunkten des Moduls in die Endnote ein.			
Modul / Veranstaltungen		SWS	LP	Verpflichtungsgrad
Basismodul				
M: Information and Logistics		8SWS	12 LP	WP
V+Ü: Logistik I: Management Science / Operations Research		4 SWS	6 LP	P
V+Ü: Entwicklung von betrieblichen Informationssystemen		4 SWS	6 LP	P
MP: Klausur (120 Min.)				
Aufbaumodule Information and Logistics				
M: Transportlogistik		4 SWS	6 LP	WP
V: Transportlogistik		2 SWS		P
Ü: Übung		2 SWS		P

M: Revenue Management V: Revenue Management Ü: Übung	4 SWS 2 SWS 2 SWS	6 LP	WP P P
M: Standortplanung und Netzwerkdesign V: Standortplanung und Netzwerkdesign Ü Übung	4 SWS 2SWS 2 SWS	6 LP	WP P P
M: Heuristische Optimierungsverfahren V: Heuristische Optimierungsverfahren Ü: Übung MP: Klausur (60 Min., 50%) und Referat (50%)	4 SWS 2SWS 2 SWS	6 LP	WP P P
M: Ausgewählte Themen des Logistikmanagements V: Ausgewählte Themen des Logistikmanagements Ü: Übung	4 SWS 2 SWS 2 SWS	6 LP	WP P P
M: Intelligent Information Systems V: Intelligent Information Systems Ü: Übung	4 SWS 2SWS 2 SWS	6 LP	WP P P
M: Enterprise Resource Planning Systems S: Enterprise Resource Planning Systems I S: Enterprise Resource Planning Systems II	4 SWS 2 SWS 2 SWS	6 LP	WP P P
M: Airline Strategies V: Airline Strategies I V: Airline Strategies II	4 SWS 2 SWS 2 SWS	6 LP	WP P P
M: Projektarbeit in Wirtschaftsinformatik V: Projektarbeit MP: Hausarbeit	4 SWS 4 SWS	6 LP	WP P
M: Statistic and Econometrics I V: Statistical Methods and Econometric Applications Ü: Übung	4 SWS 3 SWS 2 SWS	6 LP	WP P P
M: Advanced Digital Economics V: Advanced Digital Economics Ü: Übung	4 SWS 2 SWS 2 SWS	6 LP	WP P P
M: Management Science / Operation Research V: Management Science / Operation Research Ü: Übung	4 SWS 2 SWS 2 SWS	6 LP	P P P
M: Applied Econometrics and Health V: Applied Econometrics and Health Ü: Übung	4 SWS 2 SWS 2 SWS	6 LP	WP P P
M: Forschungsmodul Information and Logistics S: Logistikmanagement S: InformationSystems S: Managment S: Marketing S: Social Media S: Management and Digital Transformation	4 SWS 2 SWS 2 SWS 2 SWS 2 SWS 2 SWS 2 SWS	12 LP 6 LP 6 LP 6 LP 6 LP 6 LP 6 LP	WP WP WP WP WP WP WP
MTP: zu den beiden ausgewählten Veranstaltungen ist jeweils eine Hausarbeit anzufertigen und ein Referat zu halten.			