

<b>Modul 1: ANGLEICHUNGSMODUL MATHEMATIK</b>					
Kennnummer: ANGL-MATH	Aufwand: 510 h	Leistungspunkte: 18	Angebot: alljährlich	Studiensemester: 1. Semester	Dauer: 2 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> Grundlagen der Numerischen Mathematik Vorlesung Übung <i>Praktikum (optional)</i> Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen Vorlesung Übung	<b>Kontaktzeit</b> 4 SWS/42 h 2 SWS/21 h <i>2 SWS/21 h</i> 4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	<b>Selbststudium</b> 207 h VL+ÜB <i>69 h</i> 207 h VL+ÜB	<b>Leistungspunkte</b> 9 VL+ ÜB <i>3</i> 9 VL+ ÜB	
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung mit Übungen. Im Praktikum werden Programmieraufgaben in Kleingruppen bearbeitet.				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b> Vorlesungen: unbegrenzt; Übungen: max. 30 Studierende je Gruppe				
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen</b> Grundverständnis zentraler Problemstellungen und Lösungstechniken der Numerischen Mathematik. Dies beinhaltet die Fähigkeit, die Kondition einer Problemstellung und die Stabilität eines Verfahrens zu beurteilen. Weitergehende Erfahrungen mit der Entwicklung und Analyse numerischer Algorithmen zur Behandlung diskreter Gleichungssysteme, der Approximation von Funktionen und gewöhnlicher Differentialgleichungen.				
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b> Grundlagen der Numerischen Mathematik: Behandelt werden numerische Verfahren zur Lösung linearer und nichtlinearer algebraischer Gleichungssysteme sowie Verfahren zur Integration und Interpolation bzw. Approximation vorgegebener Funktionen. Im zugehörigen Praktikum werden die Inhalte der Vorlesung in der Programmierumgebung MATLAB eingeübt. Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen: Numerische Algorithmen zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen in Form von Anfangs- und Randwertaufgaben sowie deren Stabilitätstheorie.				
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Wahlpflicht-Modul, empfohlen für Studierende ohne Bachelor-Abschluss in Mathematik. Die Lehrveranstaltungen sind dem Bachelor-Studiengang Mathematik entnommen.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b> ohne Prüfung				
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte werden durch die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen erworben.				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> ohne Note				
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b> Vorausgesetzt werden grundlegende Mathematik-Kenntnisse im Bereich der Linearen Algebra und der Analysis mehrerer Variablen. Die Vorlesung Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen setzt den Besuch der Vorlesung Grundlagen der Numerischen Mathematik voraus. Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.				
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Prof. Dr. M. Hanke-Bourgeois, Prof. Dr. M. Lukacova				

<b>Modul 2: WISSENSCHAFTLICHES RECHNEN</b>					
Kennnummer: NUM-004	Aufwand: 450 h	Leistungspunkte: 15	Angebot: alljährlich	Studiensemester: ab 1. Semester	Dauer: 2 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> Numerik partieller Differentialgleichungen Vorlesung Übung Modellierungspraktikum	<b>Kontaktzeit</b> 4 SWS/42 h 2 SWS/21 h 4 SWS/42 h	<b>Selbststudium</b> 177 h VL+ÜB 168 h	<b>Leistungspunkte</b> 8 VL+ ÜB 7	
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung mit Übungen. Im Modellierungspraktikum wird ein größeres Programmierprojekt in Kleingruppen bearbeitet.				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b> Vorlesung: unbegrenzt; Übung: max. 30 Studierende je Gruppe; Praktikum: max. 30 Studierende				
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen</b> Theoretische und praktische Kompetenz im Umgang mit modernen Algorithmen zur numerischen Lösung partieller Differentialgleichungen. Einschlägige Erfahrung bei der Modellierung naturwissenschaftlicher Fragestellung mit Hilfe partieller Differentialgleichung sowie die Befähigung, qualitative Merkmale ihrer Lösungen physikalisch zu interpretieren und vorherzusagen. Im Rahmen des Praktikums werden darüber hinaus Teamfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit trainiert. Befähigung zum zivilgesellschaftlichen Engagement durch Diskussion des Potentials von Modellierungsansätzen sowie der damit einhergehenden ethisch-moralischen Verantwortung.				
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b> Grundlegende Verfahren zur Lösung elliptischer und parabolischer Differentialgleichungen (Finite Elemente, finite Differenzen, Zeitintegration) sowie hyperbolische Erhaltungsgleichungen (Godunov-Verfahren). Einsatz dieser Verfahren zur Lösung realer Anwendungsbeispiele aus den Naturwissenschaften.				
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Pflicht-Modul für den Master-Studiengang Computational Sciences–Rechnergestützte Naturwissenschaften. Wahlpflicht-Modul im Master-Studiengang Mathematik. Wahlpflicht-Modul im Master-Studiengang Informatik mit interdisziplinärem Schwerpunkt Mathematik.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b> kumulative Modul-Abschlussprüfung, bestehend aus einer mündlichen Prüfung (30-45 Minuten) zur Vorlesung und einer Note für die Leistung im Praktikum. Form und Umfang der Prüfungsleistung im Praktikum hängen von dem jeweiligen Projekt ab und werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.				
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung ist die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen zur Vorlesung. Die Gesamtnote des Moduls ergibt sich anteilig aus den beiden Teilnoten der Lehrveranstaltungen, wobei die Teilnoten mit den Leistungspunkten gewichtet eingehen.				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> anteilig, proportional zur Leistungspunktzahl (15/93)				
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b> Kenntnisse in numerischer Mathematik im Umfang der Vorlesung Grundlagen der Numerischen Mathematik (vgl. Angleichungsmoduls ANGL-MATH) sowie in mehrdimensionaler Analysis, etwa im Umfang der Module GAN-001 und ODE-001 des Bachelor-Studiengangs Mathematik, werden erwartet. Das Modellierungspraktikum setzt die Vorlesung Numerik partieller Differentialgleichungen voraus. Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.				
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Prof. Dr. M. Hanke-Bourgeois, Prof. Dr. M. Lukacova				

**Modul 3: VERTIEFUNGSMODUL MATHEMATIK**

Kennnummer: VERT-MATH	Aufwand: 480 h	Leistungspunkte: 16	Angebot: jedes Semester	Studiensemester: ab 1. Semester	Dauer: 2-3 Semester
--------------------------	-------------------	------------------------	----------------------------	------------------------------------	------------------------

<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>
	wahlweise			
	– Computational Fluid Dynamics	2 SWS/21 h	69 h	3
	– Mathematical Fluid Dynamics	2 SWS/21 h	69 h	3
	– Schlecht gestellte Gleichungen	2 SWS/21 h	69 h	3
	– Numerik inverser Probleme	2 SWS/21 h	69 h	3
	– Funktionalanalysis	4 SWS/42 h	138 h	6
	– Partielle Differentialgleichungen	4 SWS/42 h	138 h	6
	– ...	4 SWS/42 h	138 h	6
	– Hauptseminar zu den genannten Themen	2 SWS/21 h	99 h	4
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b>			
	Vorlesungen bzw. Hauptseminare. In den Hauptseminaren werden von den Studierenden aktuelle Publikationen aus der Literatur aufgearbeitet und präsentiert.			
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b>			
	Vorlesungen: unbegrenzt; Hauptseminare: bis zu 15 Studierende			
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen</b>			
	Erfahrung mit mathematischen Grundlagen, die für Wissenschaftliches Rechnen von Bedeutung sind. Abstraktionsvermögen und sicherer Umgang mit mathematischen Argumentationsketten sowie der nötige Überblick, um Querbeziehungen zwischen einzelnen mathematischen Disziplinen zu erkennen. Erwerb ergänzender Kenntnisse in Numerischer Mathematik bis hin zu aktuellen Forschungsthemen. Eigenständige kritische Reflektion und Präsentation jüngster wissenschaftlicher Ergebnisse.			
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b>			
	Fortgeschrittene numerische Verfahren in ausgewählten Themenfeldern: Strömungsdynamik, inverse Probleme, Integralgleichungen, etc. Theoretische Unterfütterung dieser Gebiete durch grundlegende Theorie-Vorlesungen aus den Bereichen Funktionalanalysis/Partielle Differentialgleichungen, in denen funktionalanalytische Beweistechniken sowie die Typen-Einteilung bei partiellen Differentialgleichungen und deren charakteristische Unterschiede vermittelt werden. Die Liste der Veranstaltungen enthält einige sinnvolle Möglichkeiten in exemplarischer Weise und kann durch andere Vorlesungen oder Seminare geeignet ergänzt werden.			
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>			
	Wahlpflicht-Modul, empfohlen für Studierende mit Bachelor-Abschluss in Mathematik. Die Lehrveranstaltungen sind dem Master-Studiengang Mathematik entnommen.			
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>			
	keine			
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b>			
	mündliche Modul-Abschlussprüfung (30-45 Minuten)			
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>			
	Leistungspunkte werden durch die erfolgreiche Teilnahme an den Vorlesungen und Bestehen der mündlichen Modul-Abschlussprüfung erworben.			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>			
	anteilig, proportional zur Leistungspunktzahl (16/93)			
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b>			
	Alle Lehrveranstaltungen des Masterstudiengangs Mathematik sind hier zulässig; ggf. empfiehlt sich ein Besuch der Studienberatung. Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.			
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b>			
	Prof. Dr. S. Fröhlich, Prof. Dr. M. Hanke-Bourgeois, Prof. Dr. V. Kostykin, Prof. Dr. M. Lukacova			

<b>Modul 4: ANGLEICHUNGSMODUL GEOWISSENSCHAFTEN</b>					
Kennnummer: ANGL-GEO	Aufwand: 540 h	Leistungspunkte: 18	Angebot: alljährlich	Studiensemester: 1. Semester	Dauer: 2 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
	Grundlagen der Geowiss. (System Erde)	4 SWS/42 h	78 h	4	
	Vulkanologie	1 SWS/10.5 h	49.5 h	2	
	Hydrogeologie				
	Vorlesung	2 SWS/21 h	88.5 h VL+ÜB	4 VL+ÜB	
	Übung	1 SWS/10.5 h			
	Einführung in die Geophysik				
	Vorlesung	3 SWS/31.5 h	108 h VL+ÜB	5 VL+ÜB	
	Übung	1 SWS/10.5 h			
	Einführung in die Geostatistik				
	Vorlesung	1 SWS/10.5 h	69 h VL+ÜB	3 VL+ÜB	
	Übung	1 SWS/10.5 h			
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b>				
	Vorlesung mit Übungen				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b>				
	Vorlesungen: unbegrenzt; Übungen: bis zu 90 Studierende				
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele</b>				
	Die Studierenden können die grundlegenden geologischen und geophysikalischen Prozesse analysieren, verstehen die relevante Fachausdrücke, können geophysikalische Methoden anwenden und konkrete geowissenschaftliche Problemstellungen ableiten. Sie wissen wie man an Hand von Messungen und mathematischen Modellen Grundwasserbewegungen im Untergrund abschätzen kann. Sie haben ausserdem einen Überblick über die wesentlichen Ursachen und physikalische Aspekte vulkanischer Ausbrüche.				
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b>				
	(a) Grundlagen der Geowissenschaften/System Erde: grundlegende geowissenschaftliche Prozesse.				
	(b) Vulkanologie: verschiedene Aspekte vulkanischer Ausbrüche.				
	(c) Hydrogeologie: Grundwasserbewegung in der oberen Erdkruste.				
	(d) Einführung in die Geophysik: grundlegende geophysikalische Methoden zur Untersuchung des Erdinneren (Gravitationsmessungen, Seismologie, etc.)				
	(e) Einführung in die Geostatistik: Multivariate geostatistische Methoden und deren Anwendungen in geowissenschaftlichen Problemstellungen.				
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>				
	Wahlpflicht-Modul, empfohlen für Studierende mit Hauptfach Geowissenschaften, aber ohne Bachelor-Abschluss in Geowissenschaften.				
	Die Lehrveranstaltungen sind dem Bachelor-Studiengang Geowissenschaften entnommen.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>				
	keine				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b>				
	ohne Prüfung				
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>				
	Leistungspunkte für die Vorlesungen Grundlagen der Geowissenschaften und Vulkanologie werden nach Bestehen einer gemeinsamen mündlichen Prüfung vergeben. In den anderen drei Lehrveranstaltungen werden die Leistungspunkte durch die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen erworben.				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>				
	ohne Note				
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b>				
	Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.				
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b>				
	Prof. B. Kaus; die Dozenten des Instituts für Geowissenschaften				

**Modul 5: HAUPTFACH GEOWISSENSCHAFTEN**

Kennnummer: GEO-CSRN	Aufwand: 450 h	Leistungspunkte: 15	Angebot: alljährlich	Studiensemester: 2. Semester	Dauer: 2-3 Semester
-------------------------	-------------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	------------------------

1	Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	Geodynamics Vorlesung Übung	2 SWS/21 h 1 SWS/10.5 h	58.5 h VL+ÜB	3 VL+ÜB
	Geophysical Modelling Vorlesung Übung	1 SWS/10.5 h 2 SWS/21 h	88.5 h VL+ÜB	4 VL+ÜB
	Mineral Equilibria Modelling Vorlesung Übung	1 SWS/10.5 h 1 SWS/10.5 h	69 h VL+ÜB	3 VL+ÜB
	Geomechanical Modelling Vorlesung Übung	1 SWS/10.5 h 3 SWS/31.5 h	108 h VL+ÜB	5 VL+ÜB
2	<b>Lehrformen</b> Vorlesung mit Übungen, abschließender Projektarbeit oder Vortrag			
3	<b>Gruppengröße</b> Vorlesungen: unbegrenzt; Übungen: bis zu 90 Studierende; Hauptseminar; max. 15 Studierende			
4	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden beherrschen die physikalische Grundlagen geodynamischer Prozesse im Erdinneren und anderer terrestrischer Probleme. Sie sind in der Lage, geodynamische Prozesse mit existierender Software im Computer zu modellieren und durch eigene Bausteine zu ergänzen, insbesondere auch für parallele Grossrechnerarchitekturen. Sie können thermodynamische Modelle anwenden, um die Druck- und Temperaturhistorie einer Gesteinsprobe abzuschätzen und sie können daraus Rückschlüsse auf die geologische Evolution eines Gebirgszugs ziehen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, aktuelle geodynamische Forschungsthemen adäquat zu präsentieren.			
5	<b>Lehrinhalte</b> (a) Geodynamics: Deformation der festen Erde auf der Zeitskala mehrerer Millionen Jahre (b) Geophysical Modelling: Transformation einer geologischen Fragestellung in ein quantitatives Modell. Umsetzung des quantitativen Modells in einen numerischen Code. Interpretation der Simulationen in physikalischen und geologischen Termen. (c) Mineral Equilibria Modelling: Grundlagen thermodynamischer Methoden zur Bestimmung von Phasendiagrammen. Anwendung dieser Methoden auf die Phasenpetrologie. (d) Geomechanical Modelling: Numerische Implementierungen für fortgeschrittene Fragestellungen der Geodynamik (Visco-Elastoplastizität mit starken Nichtlinearitäten, parallele Algorithmen auf Clusterrechnern, etc.)			
6	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Pflichtmodul für Studierende mit Hauptfach Geowissenschaften. Die Lehrveranstaltungen sind dem Master-Studiengang Geowissenschaften entnommen.			
7	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine			
8	<b>Prüfungsformen</b> Projektarbeit. (s. Vergabe von Leistungspunkten)			
9	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte werden in Geodynamics für die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen, in Geophysical Modelling auf Grundlage eines Vortrags vergeben. In den anderen beiden Veranstaltungen ist jeweils ein Projekt erfolgreich zu bearbeiten; diese beiden Projekte werden benotet und das arithmetische Mittel dieser beiden Noten ergibt die Gesamtnote des Moduls.			
10	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> anteilig, proportional zur Leistungspunktzahl (15/93)			
11	<b>Sonstiges</b> Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.			
12	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Prof. B. Kaus; die Dozenten des Instituts für Geowissenschaften			

<b>Modul 6: VERTIEFUNGSMODUL GEOWISSENSCHAFTEN</b>					
Kennnummer: VERT-GEO	Aufwand: 480 h	Leistungspunkte: 16	Angebot: jedes Semester	Studiensemester: ab 1. Semester	Dauer: 2-3 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
	Reservoir Geomechanics Vorlesung Übung	1 SWS/10.5 h 1 SWS/10.5 h	69 h VL+ÜB	3 VL+ÜB	
	Orogenic Systems Vorlesung Übung	2 SWS/21 h 1 SWS/10.5 h	88.5 h VL+ÜB	4 VL+ÜB	
	Reservoir Flow Modelling Vorlesung Übung	1 SWS/10.5 h 1 SWS/10.5 h	69 h VL+ÜB	3 VL+ÜB	
	Geodynamics Project	3 SWS/31.5 h	148.5 h	6	
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung mit Übungen, abschließende Projektarbeit				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b> Vorlesungen: unbegrenzt; Übungen: bis zu 90 Studierende				
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden wissen, wie man aus geologischen Daten Rückschlüsse über Gebirgsbildungsprozesse ziehen kann. Sie kennen die Materialeigenschaften von Gesteinen unter verschiedenen Bedingungen, und sie wissen, wie man diese an einem konkreten Gestein erkennt. Sie sind in der Lage, thermodynamische Phasendiagramme aufzustellen und auf Problemstellungen der Phasenpetrologie anzuwenden. Sie sind außerdem in der Lage, Gebirgsbildungsprozesse im Feld zu beobachten und können die Geologie eines Gebirges an Hand von Literaturstudien beschreiben und präsentieren.				
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b> (a) Reservoir Geomechanics: Übersicht über die Mechanik geologischer Reservoirs, die z.B. Erdöl oder Erdgas enthalten. (b) Orogenic Systems: Einfluss der Plattentektonik auf die strukturelle und metamorphe Evolution orogener Strukturen unter Berücksichtigung individueller Gesteine, ihrer Chemie und ihres Druck-/Temperaturverlaufs sowie der jeweiligen tektonischen Rahmenbedingungen. (c) Reservoir Flow Modelling: Modellierung von Reservoirströmungen anhand von praktischen Beispielen. (d) Geodynamics Project: Kombination einer Exkursion (etwa in die Alpen) sowie die aktive Teilnahme am geowissenschaftlichen Institutsseminar zu aktuellen Forschungsthemen in den Geowissenschaften.				
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Wahlpflicht-Modul, empfohlen für Studierende mit Bachelor-Abschluss in Geowissenschaften. Die Lehrveranstaltungen sind dem Master-Studiengang Geowissenschaften entnommen.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b> mündliche Modulabschlussprüfung (30-45 Minuten)				
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte werden durch die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen bzw. einem Bericht zum Geodynamics Project sowie durch Bestehen der mündlichen Modul-Abschlussprüfung erworben.				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> anteilig, proportional zur Leistungspunktzahl (16/93)				
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b> Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.				
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Dr. Popov; die Dozenten des Instituts für Geowissenschaften				

**Modul 7: ANGLEICHUNGSMODUL METEOROLOGIE**

Kennnummer: ANGL-ATM	Aufwand: 510 h	Leistungspunkte: 18	Angebot: alljährlich	Studiensemester: 1. Semester	Dauer: 2 Semester
-------------------------	-------------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	----------------------

1	Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	Atmosphärische Thermodynamik Vorlesung Übung	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	207 h VL+ÜB	9 VL+ÜB
	Grundlagen der Atmosphärenhydrodynamik Vorlesung Übung	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	207 h VL+ÜB	9 VL+ÜB
2	<b>Lehrformen</b> Vorlesungen mit Übungen			
3	<b>Gruppengröße</b> Vorlesungen: unbegrenzt; Übungen: bis zu 90 Studierende			
4	<b>Qualifikationsziele</b> Sicherheit im Umgang mit Gleichungen und Verfahren der Meteorologie, Beurteilungsvermögen hinsichtlich meteorologischer Fragestellungen, Beherrschung des mathematisch-physikalischen Handwerkzeugs der theoretischen Meteorologie und der atmosphärischen Thermodynamik, Befähigung zur Anwendung einschlägiger Lösungsmethoden. Im Rahmen der Übungen werden darüber hinaus Teamfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit trainiert.			
5	<b>Lehrinhalte</b> Zusammensetzung der Atmosphäre, Thermodynamik und Anwendung auf die Atmosphäre, Dynamik, Zyklonen und Fronten, Allgemeine Zirkulation.			
6	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Wahlpflicht-Modul, empfohlen für Studierende mit Hauptfach Meteorologie, aber ohne Bachelor-Abschluss in Meteorologie. Die Lehrveranstaltungen sind dem Bachelor-Studiengang Meteorologie entnommen.			
7	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine			
8	<b>Prüfungsformen</b> ohne Prüfung			
9	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte werden durch die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen erworben.			
10	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> ohne Note			
11	<b>Sonstiges</b> Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.			
12	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Prof. Dr. Peter Spichtinger, Prof. Dr. Volkmar Wirth			

Modul 8: HAUPTFACH METEOROLOGIE					
Kennnummer: ATM-CSRN	Aufwand: 480 h	Leistungspunkte: 16	Angebot: alljährlich	Studiensemester: ab 1. Semester	Dauer: 2 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b>  Balancierte und nicht balancierte Aspekte der Atmosphärendynamik Vorlesung Übung  Fortgeschrittene Themen der Atmosphärendynamik Vorlesung Übung  Spezialvorlesung	<b>Kontaktzeit</b>  3 SWS/31.5 h 2 SWS/21 h  2 SWS/21 h 2 SWS/21 h  2 SWS/21 h	<b>Selbststudium</b>  157.5 h VL+ÜB  138 h VL+ÜB  69 h	<b>Leistungspunkte</b>  7 VL+ÜB  6 VL+ÜB  3	
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesungen mit Übungen				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b> Vorlesungen: unbegrenzt; Übung: bis zu 90 Studierende				
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Begreifen der groß-skaligen Atmosphärendynamik als Grundlage für die synoptische Meteorologie; Fähigkeit, die relevanten Gleichungen in einfachen Spezialfällen zu lösen und quantitativ zu behandeln; Kompetenz, einschlägige Kerngedanken zueinander in Bezug zu setzen und kritisch zu hinterfragen.				
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b> Balancierte und nicht-balancierte Strömung im Flachwassermodell, dreidimensionale quasi-geostrophische Theorie, barokline Instabilität, Erhaltung der Balance (Eliassen Problem), dreidimensionale Rossby-Wellen, interne Schwerkwellen, Turbulenz. Fortgeschrittene Aspekte des barotropen Modells, dreidimensionale Grundstrom-Welle-Wechselwirkung, symmetrische Instabilität, Frontogenese, Q-Vektor und semigeostrophische Theorie. Die Spezialvorlesung vermittelt vertiefte Kenntnisse in aktuellen Fragestellungen im Kontext der Atmosphärendynamik. Mögliche Themen sind z.B. <i>Theorie der allgemeinen Zirkulation</i> oder <i>Vorhersagbarkeit von Wetter</i> .				
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Pflichtmodul für Studierende mit Hauptfach Meteorologie. Die Lehrveranstaltungen sind dem Master-Studiengang Meteorologie entnommen.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b> mündliche Modulabschlussprüfung (30-45 Minuten)				
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte werden durch die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen und Bestehen der mündlichen Modulabschlussprüfung erworben.				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> anteilig, proportional zur Leistungspunktzahl (15/93)				
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b> Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.				
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Prof. Dr. Volkmar Wirth				

**Modul 9: VERTIEFUNGSMODUL METEOROLOGIE**

Kennnummer: VERT-ATM	Aufwand: 480 h	Leistungspunkte: 16	Angebot: alljährlich	Studiensemester: ab 1. Semester	Dauer: 2-3 Semester
-------------------------	-------------------	------------------------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

1	Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	Wolken und Aerosole Vorlesung Übung  Physik und Chemie des atmosphärischen Aerosols Vorlesung Übung  Spezialvorlesung: Wolken und Aerosole	3 SWS/31.5 h 2 SWS/21 h  2 SWS/21 h 2 SWS/21 h  2 SWS/21 h	157.5 h VL+ÜB   138 h VL+ÜB  69 h	7 VL+ÜB   6 VL+ÜB  3 VL
2	<b>Lehrformen</b> Vorlesungen, z.T. mit Übungen			
3	<b>Gruppengröße</b> Vorlesungen: unbegrenzt; Übungen: bis zu 90 Studierende			
4	<b>Qualifikationsziele</b> Erfassung der Bedeutung von Aerosolen und Wolken für Klima und Wetter, Grundverständnis für die Beschreibung von Wolkenpartikelpopulationen, deren zeitlicher Entwicklung und deren Darstellung in Wettervorhersagemodellen. Übersicht über die Interaktionen von Wolken und Aerosolen mit der atmosphärischen Strömung und dem Strahlungshaushalt. Verständnis der physikalisch-chemischen Prozesse, denen Aerosolpartikel in der Atmosphäre unterliegen, deren Bildungs- und Abbauprozesse sowie ihrer chemischen Zusammensetzung und ihrer Bewegung in der Luft. Einblick in die Grundlagen der Aerosolmesstechnik sowohl für mikrophysikalische als auch chemische Partikeleigenschaften. Vertiefter Einblick in die aktuelle Forschung und kritischer Vergleich verschiedener Forschungsansätze.			
5	<b>Lehrinhalte</b> Bedeutung von Aerosolen und Wolken für den Strahlungshaushalt der Erde, Strahlungsantrieb des Klimas durch Aerosol-Wolken-Wechselwirkungen, zeitliche Entwicklung von Hydrometeorpopulationen, Niederschlagsbildung, Repräsentation von Wolkenprozessen in numerischen Modellen, Interaktion von Wolkenprozessen und Wolkendynamik. Strömungskenngrößen: Knudsen-Zahl, Reynolds-Zahl, Stokes-Zahl; Grundlagen der Aerosolchemie; physikalische Chemie: Gleichgewicht Gasphase-Aerosolphase, Aerosol-Messtechnik: optische Verfahren, aerodynamische Messungen, Massenspektrometrie, Probennahme; chemische Zusammensetzung: anorganische Komponenten, organische Komponenten; photochemische Prozessierung in der Atmosphäre; Quellenzuordnung. Aktuelle Themen der Forschung im Bereich der Wolken und Aerosole.			
6	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Wahlpflicht-Modul, empfohlen für Studierende mit Bachelor-Abschluss in Meteorologie. Die Lehrveranstaltungen sind dem Master-Studiengang Meteorologie entnommen.			
7	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine.			
8	<b>Prüfungsformen</b> mündliche Modulabschlussprüfung (30-45 Minuten)			
9	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte werden durch die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen und Bestehen der mündlichen Modulabschlussprüfung erworben.			
10	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> anteilig, proportional zur Leistungspunktzahl (16/93)			
11	<b>Sonstiges</b> Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.			
12	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Prof. Dr. Peter Spichtinger			

**Modul 10: ANGLEICHUNGSMODUL PHYSIK**

Kennnummer: ANGL-PHY	Aufwand: 510 h	Leistungspunkte: 18	Angebot: jedes Semester	Studiensemester: 1. Semester	Dauer: 2 Semester
-------------------------	-------------------	------------------------	----------------------------	---------------------------------	----------------------

1	Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	Theoretische Physik 3: Quantenmechanik Vorlesung Übung	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	207 h VL+ÜB	9 VL+ÜB
	Theoretische Physik 4: Statistische Physik Vorlesung Übung	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	207 h VL+ÜB	9 VL+ÜB
2	<b>Lehrformen</b> Vorlesung mit Übungen			
3	<b>Gruppengröße</b> Vorlesungen: unbegrenzt; Übungen: max. 30 Studierende je Gruppe			
4	<b>Qualifikationsziele</b> Erwerb von Kenntnissen, die ein Grundverständnis der Physik von Vielteilchensystemen und der Physik kondensierter Materie erlauben, ebenso wie Erläuterung von Voraussetzungen, die den bedeutendsten Methoden der Computersimulation wechselwirkender Vielteilchensysteme zugrundeliegen, nämlich der "klassischen Molekulardynamik" und der "ab-initio Molekulardynamik", der "Importance Sampling Monte Carlo Methode", und der "Brownschen Dynamik".			
5	<b>Lehrinhalte</b> (a) Einführung in die Quantenmechanik. Die Vorlesung führt in grundlegende Konzepte und Phänomene der Quantenmechanik ein und bietet Grundlagen für Anwendungen in der Physik der kondensierten Materie. (b) Einführung in die statistische Thermodynamik. Die Vorlesung bietet Grundlagen fuer Anwendungen in der Materialforschung und in der Computersimulation.			
6	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Wahlpflicht-Modul, empfohlen für Studierende mit Hauptfach Physik der Flüssigkeiten und Festkörper, aber ohne Bachelor-Abschluss in Physik. Die Lehrveranstaltungen sind dem Bachelor-Studiengang Physik entnommen.			
7	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine			
8	<b>Prüfungsformen</b> ohne Prüfung			
9	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte werden durch die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen erworben.			
10	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> ohne Note			
11	<b>Sonstiges</b> Außer Mathematikkenntnissen sind auch elementare Physikkenntnisse entsprechend Physik I und Physik II erforderlich. Die Vorlesung Theoretische Physik 4 setzt die Teilnahme an der Vorlesung Theoretische Physik 3 voraus. Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.			
12	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> alle Lehrenden der Theoretischen Physik			

<b>Modul 11: HAUPTFACH PHYSIK DER FLÜSSIGKEITEN UND FESTKÖRPER</b>					
Kennnummer: PHY-CSRN	Aufwand: 450 h	Leistungspunkte: 15	Angebot: alljährlich	Studiensemester: ab 1. Semester	Dauer: 2 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> Computer simulations in statistical physics Vorlesung Übung Theor. Phys. 6b (Advanced statistical mechanics) Vorlesung Übung	<b>Kontaktzeit</b> 3 SWS/31.5 h 1 SWS/10.5 h 4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	<b>Selbststudium</b> 138 h VL+ÜB 207 h VL+ÜB	<b>Leistungspunkte</b> 6 VL+ÜB 9 VL+ÜB	
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung (in englisch) mit Übungen				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b> Vorlesungen: unbegrenzt; Übungen: bis zu 90 Studierende				
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Erwerb von Kenntnissen, die es gestatten, eine Masterarbeit auf einem aktuellen Gebiet im Bereich der "Theorie der kondensierten Flüssigkeiten und Festkörper" anzufertigen und den Kontakt zu aktueller Forschung herzustellen. Erwerb der Fähigkeit, komplexe physikalische Sachverhalte in einfache Modelle umzusetzen, die dann mit Computersimulationen bearbeitet werden können.				
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b> (a) Computersimulationen in der statistischen Physik: Die Vorlesung erläutert wichtige Simulationsmethoden wie "Importance sampling Monte Carlo", "Molekulardynamik", oder "Brownsche Dynamik" und ihre Anwendungen auf Probleme der statistischen Physik, insbesondere in der Materialforschung. (b) Höhere statistische Physik: vermittelt werden zentrale Konzepte der Physik von Vielteilchensystemen, die von großen Fluktuationen dominiert sind, wie z.B. Flüssigkeiten, Kunststoffe, Membrane und viele Biomaterialien. Der Schwerpunkt liegt auf grundlegende stoffklassenübergreifende Prinzipien und Phänomene wie Symmetrien, Phasenübergänge oder Skaleninvarianz versus Skalentrennung. Die konkreten Anwendungsbeispiele orientieren sich an der Forschung in Mainz.				
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Pflichtmodul für Studierende mit Hauptfach Physik der Flüssigkeiten und Festkörper. Die Lehrveranstaltungen sind dem Master-Studiengang Physik entnommen.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b> mündliche Modulabschlussprüfung (30-45 Minuten)				
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte werden durch die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen und Bestehen der mündlichen Modulabschlussprüfung erworben.				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> anteilig, proportional zur Leistungspunktzahl (15/93)				
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b> Die Vorlesung wird in englischer Sprache gehalten. Kenntnisse in Statistischer Physik entsprechend Theoretische Physik 4 (vgl. Angleichungsmodul ANGL-PHY) werden vorausgesetzt. Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.				
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Alle Lehrenden der Theoretischen Physik				

<b>Modul 12: VERTIEFUNGSMODUL PHYSIK DER FLÜSSIGKEITEN UND FESTKÖRPER</b>					
Kennnummer: VERT-PHY	Aufwand: 480 h	Leistungspunkte: 16	Angebot: jedes Semester	Studiensemester: ab 2. Semester	Dauer: 1-2 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> Methodenkenntnis: Literaturrecherche u. Computersimulationen	<b>Kontaktzeit</b> 56 h	<b>Selbststudium</b> 424 h	<b>Leistungspunkte</b> 16	
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b> Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten innerhalb einer wissenschaftlichen Arbeitsgruppe incl. Oberseminar. Aufwand: 56 h Anleitung, 424 h Eigenstudium				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b> max. 5 Studierende je Arbeitsgruppe				
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden sind in der Lage, einschlägige physikalische Publikationen eigenständig durchzuarbeiten, deren Inhalte auf konkrete physikalische Fragestellungen anzuwenden und auf einem Computer zu realisieren.				
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b> Methoden, die zur Durchführung einer physikalisch fokussierten Masterarbeit auf einem aktuellen Gebiet im Bereich der "Theorie der kondensierten Flüssigkeiten und Festkörper" befähigen. Kritische Lektüre wissenschaftlicher Publikationen und deren Reflexion bis hin zur Umsetzung eines Problems auf dem Computer. Konkrete Ausarbeitung der Lehrinhalte in Absprache mit den Modulbeauftragten.				
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Wahlpflicht-Modul, empfohlen für Studierende mit Bachelor-Abschluss in Physik. Die Lehrveranstaltung ist dem Master-Studiengang Physik entnommen.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b> Seminarvortrag				
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Seminarvortrag				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> anteilig, proportional zur Leistungspunktzahl (16/93)				
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b> Lehrinhalte im Umfang des Hauptfachmoduls PHYS-CSRN werden vorausgesetzt. Literatur auf Anfrage.  Die Einschreibung in dieses Vertiefungsmodul erfolgt über das Prüfungssekretariat, vgl. <a href="http://www.csrn.uni-mainz.de/module">www.csrn.uni-mainz.de/module</a> .				
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Prof. Dr. F. Schmid; alle Lehrenden der Theoretischen Physik				

**Modul 13A: ANGLEICHUNGSMODUL CHEMIE A**

Kennnummer: ANGL-TCH-A	Aufwand: 540 h	Leistungspunkte: 18	Angebot: alljährlich	Studiensemester: 1. Semester	Dauer: 2-3 Semester
---------------------------	-------------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	------------------------

1	Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	wahlweise eine der beiden Veranstaltungen: – Exp.-phys. 3: Wellen- und Quantenphysik Vorlesung Übung	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	207 h VL+ÜB	9 VL+ÜB
	– Theoretische Physik 3: Quantenmechanik Vorlesung Übung	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	207 h VL+ÜB	9 VL+ÜB
	Experimentalchemie Vorlesung Übung	3 SWS/31.5 h 1 SWS/10.5 h	138 h VL+ÜB	6 VL+ÜB
	Organische Chemie (Nebenfach) Vorlesung	2 SWS/21 h	69 h VL+ÜB	3 VL+ÜB
2	<b>Lehrformen</b> Vorlesung mit Übung			
3	<b>Gruppengröße</b> Vorlesung: unbegrenzt; Übung: 4 Studierende pro Semester			
4	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden kennen grundlegende Konzepte der Chemie und verfügen über ein elementares Verständnis der anorganischen Chemie der Hauptgruppenelemente sowie der chemischen Kinetik und Thermodynamik. Sie verstehen darüber hinaus die quantenmechanischen Grundlagen der Theoretischen Chemie.			
5	<b>Lehrinhalte</b> Die Alternativvorlesungen “Physik 3” behandeln die phys. Grundlagen (Quantenmechanik) der Theoretischen Chemie. Die Vorlesungen “Experimentalchemie” und “Organische Chemie” führen in die Fach- und Formelsprache der Chemie ein, diskutieren einfache Atom, Molekül- und Gasmodelle. Aus dem Aufbau und der Elektronenstruktur der Atome wird der periodische Verlauf wichtiger physikalischer und chemischer Eigenschaften der Hauptgruppenelemente abgeleitet. Das Konzept des chemischen Gleichgewichts sowie die Aufstellung von Redoxgleichungen werden am Beispiel von wichtigen chemischen Reaktionen illustriert. Zudem werden die Grundlagen der chemischen Kinetik und der Thermodynamik behandelt. Schließlich werden Substanzklassen/funktionelle Gruppen der organischen Chemie und Reaktionstypen behandelt.			
6	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Wahlpflicht-Modul, empfohlen für Studierende mit Hauptfach Theoretische Chemie, die keine chemischen Vorkenntnisse mitbringen. Die Lehrveranstaltungen sind den Bachelor-Studiengängen aus dem Bereich der Physik, den Lebenswissenschaften und den Geowissenschaften entnommen.			
7	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine.			
8	<b>Prüfungsformen</b> Physikvorlesung ohne Prüfung; Chemievorlesungen: jeweils eine Klausur zu der Vorlesung “Experimentalchemie” (90 Min.) und “Organische Chemie” (60 Min.).			
9	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte in der Physikvorlesung werden durch die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen erworben. Leistungspunkte für die beiden Chemie-Vorlesungen werden durch das Bestehen der jeweiligen Klausur erworben.			
10	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> ohne Note			
11	<b>Sonstiges</b> Elementare Kenntnisse in Physikalischer Chemie und/oder Physik (Mechanik/Elektrodynamik) werden vorausgesetzt. Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben. Es wird empfohlen, die Vorlesung “Experimentalchemie” vor der Vorlesung “Organische Chemie” zu hören.			
12	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Prof. Dr. C. Düllmann (Vorlesung/Übung “Chemie für Physiker und Geowissenschaftler 1 und 2”, Prof. Dr. J. Gauss; die Dozenten der Physik und der Chemie			

**Modul 13B: ANGLEICHUNGSMODUL CHEMIE B**

Kennnummer: ANGL-TCH-B	Aufwand: 540 h	Leistungspunkte: 19	Angebot: alljährlich	Studiensemester: 1. Semester	Dauer: 2-3 Semester
---------------------------	-------------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	------------------------

1	Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	wahlweise eine der beiden Veranstaltungen: – Exp.-phys. 3: Wellen- und Quantenphysik Vorlesung Übung	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	207 h VL+ÜB	9 VL+ÜB
	– Theoretische Physik 3: Quantenmechanik Vorlesung Übung	4 SWS/42 h 2 SWS/21 h	207 h VL+ÜB	9 VL+ÜB
	Physikalische Chemie–Spektroskopie Vorlesung Übung	3 SWS/31.5 h 1 SWS/10.5 h	108 h VL+ÜB	5 VL+ÜB
	Theoretische Chemie Vorlesung Übung	3 SWS/31.5 h 1 SWS/10.5 h	108 h VL+ÜB	5 VL+ÜB
2	<b>Lehrformen</b> Vorlesung, z.T. mit Übung			
3	<b>Gruppengröße</b> Vorlesung: unbegrenzt; Übung: 5 Studierende pro Jahr			
4	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden verstehen die quantenmechanischen Grundlagen der Theoretischen Chemie und haben ein grundlegendes Verständnis des theoretischen Hintergrunds spektroskopischer Methoden.			
5	<b>Lehrinhalte</b> Die Alternativ-Vorlesung(en) “Physik 3” behandeln die physikalischen Grundlagen (Quantenmechanik) der Theoretischen Chemie. Die Vorlesung “Physikalische Chemie–Spektroskopie” behandelt diverse spektroskopische Methoden: Rotations- und Schwingungsspektroskopie, optische Spektroskopie, Ramanspektroskopie, Laserspektroskopie und magnetische Resonanzspektroskopie. Die Vorlesung “Theoretische Chemie” behandelt die quantenmechanische Beschreibung von Mehrelektronensystemen, die Born-Oppenheimer-Näherung, Hartree-Fock-Theorie und Dichtefunktionaltheorie sowie Kraftfeldmethoden und Molekulardynamik-Simulationen.			
6	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Wahlpflicht-Modul, empfohlen für Studierende mit Hauptfach Theoretische Chemie und mit chemischen Grundkenntnissen. Die Lehrveranstaltungen sind den Bachelor-Studiengängen Chemie und Physik entnommen.			
7	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine			
8	<b>Prüfungsformen</b> Physikvorlesung ohne Prüfung; Chemie-Vorlesungen: jeweils Klausur (120 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min.)			
9	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte in der Physikvorlesung werden durch die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen erworben. Leistungspunkte für die beiden Chemie-Vorlesungen werden durch das Bestehen der entsprechenden Prüfungen und der aktiven Teilnahme an den Übungen erworben.			
10	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> ohne Note			
11	<b>Sonstiges</b> elementare Kenntnisse in Physikalischer Chemie und/oder Physik (Mechanik/Elektrodynamik) werden vorausgesetzt. Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.			
12	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Prof. Dr. J. Gauss; die Dozenten der Physik und der Chemie			

<b>Modul 14: HAUPTFACH THEORETISCHE CHEMIE</b>					
Kennnummer:	Aufwand:	Leistungspunkte:	Angebot:	Studiensemester:	Dauer:
TCH-CSRN	450 h	15	alljährlich	1. Semester	2 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
	Grundlagen der Quantenchemie Vorlesung Übung	3 SWS/31.5 h 1 SWS/10.5 h	108 h VL+ÜB	5 VL+ÜB	
	Moderne Themen der theoretischen Chemie Vorlesung Übung	3 SWS/31.5 h 1 SWS/10.5 h	108 h VL+ÜB	5 VL+ÜB	
	Programmieren in der Quantenchemie Praktikum (Anwesenheitspflicht) Seminar (Anwesenheitspflicht)	3 SWS/31.5 h 1 SWS/10.5 h	108 h P+S	5 P+S	
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung mit Übung, Praktikum (Blockpraktikum) mit Oberseminar				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b> Vorlesung: unbegrenzt; Übung und Praktikum mit Oberseminar: 5 Studierende pro Jahr				
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele</b> Die Studierenden lernen am Beispiel der Hartree-Fock Theorie den gesamten Prozess vom Ansatz für die Wellenfunktion bis hin zur Implementierung im Computerprogramm schrittweise kennen. Sie vertiefen ihr Verständnis der Grundlagen der Quantenchemie, können die entsprechenden Gleichungen herleiten und konkret implementieren. Sie haben detaillierte Kenntnisse zur Theorie moderner Methoden der Theoretischen Chemie und ihrer Einsatzgebiete. Sie sind in der Lage, sich selbständig in Fachliteratur einzuarbeiten. Sie sind in der Lage, ein quantenchemisches Compterprogramm zu planen, zu konzipieren sowie konkret zu implementieren. Sie können selbstverfasste Programme auf Richtigkeit überprüfen, Fehler finden und gegebenenfalls überarbeiten. Sie sind in der Lage, das Programm zur Behandlung chemischer Fragestellungen einzusetzen und die Ergebnisse zu dokumentieren und kritisch zu diskutieren. Sie können zudem differenzierte Bewertungen ihres Programms in Bezug auf Durchführbarkeit, Komplexität, Rechenaufwand und Genauigkeit durchführen.				
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b> Molekülorbitale und Mehrelektronenwellenfunktion, Hartree-Fock Theorie und Self-Consistent-Field Verfahren sowie deren Implementierung, Roothaan-Hall-Gleichungen, zweite Quantisierung, Elektronenkorrelation. Praktische Umsetzung quantenchemischer Methoden (Programmierung einer quantenchemischen Rechnung)				
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Pflichtmodul für Studierende mit Hauptfach Theoretische Chemie. Die Lehrveranstaltungen sind dem Master-Studiengang Chemie entnommen.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b> mündliche Modulabschlussprüfung (30-45 Minuten)				
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte werden durch eine erfolgreiche Teilnahme am Praktikum und Bestehen der mündlichen Modulabschlussprüfung erworben.				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> anteilig, proportional zur Leistungspunktzahl (15/93)				
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b> Kenntnisse in Quantenmechanik werden vorausgesetzt. Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.				
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Prof. Dr. J. Gauss				

<b>Modul 15: VERTIEFUNGSMODUL THEORETISCHE CHEMIE</b>					
Kennnummer:	Aufwand:	Leistungspunkte:	Angebot:	Studiensemester:	Dauer:
VERT-TCH	480 h	16	jedes Semester	ab 2. Semester	2 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Leistungspunkte</b>	
	Praktikum "Computerchemie"				
	Praktikum (Anwesenheitspflicht)	3 SWS/31.5 h	108 h P+S	5 P+S	
	Seminar (Anwesenheitspflicht)	1 SWS/10.5 h			
	Forschungspraktikum (Anwesenheitspflicht)	4 SWS/42 h	258 h	10	
	Oberseminar "Anleitung zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten"	1 SWS/10.5 h	19.5 h	1	
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b>				
	Praktikum (Blockpraktikum) mit begleitendem Oberseminar; Forschungspraktikum in einem Arbeitskreis mit Oberseminar				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b>				
	Praktikum "Computerchemie" mit begleitendem Oberseminar: 5 Studierende pro Jahr				
	Forschungspraktikum mit Oberseminar "Anleitung zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten": max. 5 Studierende je Arbeitsgruppe				
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele</b>				
	Praktikum mit Oberseminar: Die Studierenden sind in der Lage, computerchemische Untersuchungen in Experimente einzubeziehen, um damit chemische Fragestellungen zu beantworten. Sie sind vertraut mit den dazu notwendigen Computerprogrammen. Sie sind in der Lage, sinnvolle Methoden aus dem Bereich der theoretischen Chemie auszuwählen und einzusetzen. Die erhaltenen Daten können sie auswerten und interpretieren.				
	Forschungspraktikum mit Oberseminar: Die Studierenden arbeiten an einem aktuellen Forschungsprojekt einer Arbeitsgruppe mit. Durch Lösen komplexer Aufgaben erwerben sie hierbei ein vertieftes Wissen sowie Grundkenntnisse in Planung und Design von Experimenten. Sie werden befähigt, unter Anleitung anspruchsvolle Versuche durchzuführen. Sie können die Bedeutung von Kontrollexperimenten sicher einschätzen. Die Ergebnisse sind reproduzierbar in einem Laborbuch zu protokollieren und unter Berücksichtigung aktueller Forschungsliteratur im Abschlussbericht zu interpretieren.				
	Durch die Mitarbeit in einer Arbeitsgruppe erweitern die Studierenden ihre Kommunikations- und Teamfähigkeit.				
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b>				
	Praktikum mit Oberseminar: Durchführung von 2-4 beispielhaften Versuchen, in denen chemische Fragestellungen aus einer Kombination aus Experimenten aus den Bereichen AC, OC, PC, KC und/oder Biochemie und Computersimulationen bzw. computerchemischen Berechnungen untersucht werden.				
	Forschungspraktikum: Mitarbeit an einem aktuellen Forschungsprojekt in der gewählten, am Studiengang beteiligten Arbeitsgruppe.				
	Oberseminar "Anleitung zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten": Einführung in Planung, Ausführung und Dokumentation komplexerer wissenschaftlicher Experimente. Präsentation der Ergebnisse in einem Bericht (Protokoll) und Seminarvortrag.				
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>				
	Wahlpflicht-Modul, empfohlen für Studierende mit Bachelor-Abschluss in Chemie				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>				
	keine				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b>				
	Die Note wird auf der Grundlage des Oberseminarvortrags (30 Minuten) vergeben				
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>				
	erfolgreiche Teilnahme am Forschungspraktikum (Durchführung, Protokoll und Seminarvortrag) und am Praktikum "Computerchemie" (Durchführung und Protokoll)				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b>				
	anteilig, proportional zur Leistungspunktzahl (16/93)				
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b>				
	Lehrinhalte im Umfang des Hauptfachmoduls TCH-CSRN werden vorausgesetzt. Literatur auf Anfrage.				
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b>				
	Prof. Dr. J. Gauss				

<b>Modul 16: SOFTWAREENTWICKLUNG</b>					
Kennnummer: INF-CS-001	Aufwand: 180 h	Leistungspunkte: 6	Angebot: jedes Semester	Studiensemester: ab 1. Semester	Dauer: 1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> Einführung in die Softwareentwicklung Vorlesung Übung	<b>Kontaktzeit</b> 2 SWS/21 h 2 SWS/21 h	<b>Selbststudium</b> 138 h VL+ÜB	<b>Leistungspunkte</b> 6 VL+ ÜB	
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung mit Übungen.				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b> Vorlesung: unbegrenzt; Übung: bis zu 30 Studierende				
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen</b> Zusammenfassend sollen Studierende nach Absolvierung der Veranstaltung „Einführung in die Softwareentwicklung“ in der Lage sein <ul style="list-style-type: none"> <li>• Softwaresysteme in einzelne Komponenten zu zerlegen und Schnittstellen definieren zu können,</li> <li>• die Wiederverwendbarkeit von Code zu erkennen und technisch umzusetzen,</li> <li>• Systeme erweiterbar zu gestalten, indem einfache objekt-orientierte oder funktionale Entwurfsmuster verwendet werden,</li> <li>• beispielhafte Standardarchitekturmuster zu erkennen und beim Entwurf anzuwenden</li> </ul>				
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b> Die Veranstaltung hat zwei Ziele: Zum einen werden ergänzend Programmieretechniken vermutelt, die in der Veranstaltung „Einführung in die Programmierung“ noch nicht behandelt werden konnten. Zum anderen erlernen die Studierenden Techniken zur Entwicklung von Softwaresystemen; letztere unterscheiden sich von einfachen Programmen durch ihre Größe und Komplexität. Der Fokus liegt dabei auf Techniken zur Strukturierung von Systemen (Systemarchitektur), Die Veranstaltung führt die Konzepte des objektorientierten Programmierens ein (insbes. Schnittstellen, Vererbung und das Geheimnisprinzip) und zeigt exemplarisch, wie diese genutzt werden können, um größere Systeme zu strukturieren. Die Ansätze werden verglichen mit funktionalen Entwürfen, und die Studierenden lernen die Vor- und Nachteile beider Ansätze einzuschätzen. Die Konzepte werden an Beispielen illustriert, wie größere, realistische Softwaresysteme strukturiert werden können. Folgende Themenbereiche werden in der Veranstaltung behandelt: Programmieretechniken: statische Typisierung; hardwarenahe Programmierung und Techniken für effiziente Abstraktionen; Funktionsvariablen und Funktionen höherer Ordnung; Bibliotheksfunktionen der Systemumgebung: Eingabe/Ausgabe, Netzwerkzugriff; graphische Benutzerschnittstellen. Softwareentwurf: Modularisierung; Objekte, Klassen und Schnittstellen; Vererbung, abstrakte Klassen und dynamischer Dispatch; Abstraktion und Geheimnisprinzip; generische Datentypen; Komponenten- und Klassendiagramme; einfache/grundlegende Entwurfs- und Architekturmuster.				
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Wahlpflicht-Modul. Die Lehrveranstaltungen sind dem Bachelor-Studiengang Informatik entnommen.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Programmierkenntnisse				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b> Klausur (180 Minuten)				
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Voraussetzung für die Teilnahme an der Klausur ist die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen zur Vorlesung.				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> anteilig, proportional zur Leistungspunktzahl (6/93)				
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b> Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.				
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Prof. Dr. S. Erdweg				

<b>Modul 17: SOFTWARE-TECHNIK</b>					
Kennnummer: INF-CS-002	Aufwand: 180/300 h	Leistungspunkte: 6/10	Angebot: jedes WiSe	Studiensemester: ab 2. Semester	Dauer: 1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> Software-Technik Vorlesung Übung  Praktikum (optional)	<b>Kontaktzeit</b>  2 SWS/21 h 2 SWS/21 h  2 SWS/21 h	<b>Selbststudium</b>  138 h VL+ÜB  99 h	<b>Leistungspunkte</b>  6 VL+ ÜB  4	
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung mit Übungen und Blockpraktikum (optional)				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b> Vorlesung: unbegrenzt; Übung: max. 30 Studierende je Gruppe; Praktikum: max. 10 Studierende je Gruppe				
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen</b> Studierende sind in der Lage, die Vorgehensweise und Hilfsmittel der Softwaretechnik in den verschiedenen Phasen der Software-Entwicklung und -Wartung einzuschätzen. Sie können Vorgehensweisen und Hilfsmittel der Softwaretechnik in verschiedenen Phasen der Software-Entwicklung und -Wartung einschätzen bzw. anwenden, adäquate Vorgehensmodelle je nach Softwaresystem und Entwicklungsprojekt auswählen, präzise Anforderungsdokumente schreiben und sicher zwischen Benutzer- und Systemanforderungen und funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen unterscheiden, passende Muster aus bekannten Sammlungen von Entwurfs- und Architekturmustern auswählen und deren Vor- und Nachteile erklären, Testfälle ableiten sowie verschiedene Werkzeuge der Verifikation und Validierung (verschiedene Arten von Tests, Inspektionen/Reviews, ...) richtig einsetzen, und schließlich Konzepte des Softwareprojektmanagements und des Softwarequalitätsmanagements erklären und in einen größeren Kontext einordnen.				
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b> Software-Engineering befasst sich mit der Entwicklung und Anwendung von Prinzipien und Werkzeugen zur Erstellung, dem Betrieb und der Wartung großer Softwaresysteme. Die Fragestellungen umfassen deren Anforderungsspezifikation, ihren Entwurf sowie Verifikation und Validierung. Zudem werden Aspekte des Projektmanagements erklärt. Moderne Themen wie service-orientierte Architekturen und aspekt-orientierte Softwareentwicklung werden auch angesprochen. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Softw.-technik: Definition, Arten von Softw., Aktivitäten: Spezifikation, Entwicklung, Validierung und Evolution</li> <li>• Prozesse: Wasserfall Modell, V-Modell, Boehm's Spiralenmodell, RUP, agile Methoden</li> <li>• Anforderungsspezifikation: Benutzer- und Systemanforderungen, Lastenheft und Pflichtenheft, funktionale und nicht-funktionale Anforderungen, Qualitätsmerkmale von Anforderungen</li> <li>• Entwurf: Architektur- und Entwurfsmuster nach Buschmann und Ko-Autoren,</li> <li>• Verifikation und Validierung: Inspektion, verschiedene Testarten</li> <li>• Projektmanagement: Risikomanagement, Kontingenzplan, Persönlichkeitstypen</li> <li>• Projektplanung: Meilensteine, Deliverables, Gantt Charts</li> <li>• Kostenschätzung: COCOMO2 model</li> <li>• Qualitätsmanagement: Qualitätsplan, ISO 9001 Standard, Softwaremetriken, CMMI Modell</li> </ul>				
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Wahlpflicht-Modul. Die Lehrveranstaltungen sind dem Bachelor-Studiengang Informatik entnommen.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b> mündliche Modul-Abschlussprüfung (30-45 Minuten)				
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte werden durch die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen und Praktikum und durch Bestehen der mündlichen Modul-Abschlussprüfung erworben.				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> anteilig, proportional zur Leistungspunktzahl (LP/93)				
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b> Kenntnisse im Umfang des Moduls INF-CS-001 werden vorausgesetzt. Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.				
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Prof. Dr. S. Kramer				

<b>Modul 18: COMPUTERGRAFIK</b>					
Kennnummer: INF-CS-003	Aufwand: 180/300 h	Leistungspunkte: 6/10	Angebot: jedes WiSe	Studiensemester: ab 1. Semester	Dauer: 1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> Computergrafik I Vorlesung Übung  Praktikum (optional)	<b>Kontaktzeit</b> 2 SWS/21 h 2 SWS/21 h  2 SWS/21 h	<b>Selbststudium</b> 138 h VL+ÜB  99 h	<b>Leistungspunkte</b> 6 VL+ ÜB  4	
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung mit Übungen und Blockpraktikum (optional)				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b> Vorlesung: unbegrenzt; Übung: max. 30 Studierende je Gruppe; Praktikum: max. 10 Studierende je Gruppe				
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen</b> Die Studierenden beherrschen die mathematischen Grundlagen der Visualisierungstechniken in der Computergrafik. Anhand von einfachen Anwendungen können sie zeitveränderliche, komplexe geometrische Szenen realistisch visualisieren und mehrdimensionale wissenschaftliche Datensätze adäquat präsentieren.				
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• affine und projektive Transformationen, elementare geometrische Algorithmen,</li> <li>• Sichtbarkeitsberechnungen, Beleuchtungsmodelle, Texturen, Schatten,</li> <li>• geometrisches Modellieren, parametrisierte Kurven und Flächen,</li> <li>• Raytracing, Radiosity, Volumenvisualisierung,</li> <li>• hardwareunterstützte Renderingtechniken in OpenGL/OpenSL.</li> </ul>				
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Wahlpflicht-Modul. Die Lehrveranstaltungen sind dem Bachelor-Studiengang Informatik entnommen.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b> mündliche Modul-Abschlussprüfung (30-45 Minuten)				
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte werden durch die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen und Praktikum und durch Bestehen der mündlichen Modul-Abschlussprüfung erworben.				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> anteilig, proportional zur Leistungspunktzahl (LP/93)				
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b> Kenntnisse im Umfang des Moduls INF-CS-001 werden vorausgesetzt. Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.				
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Prof. Dr. E. Schömer				

<b>Modul 19: DATENBANKEN</b>					
Kennnummer: INF-CS-004	Aufwand: 180/300 h	Leistungspunkte: 6/10	Angebot: jedes SoSe	Studiensemester: ab 1. Semester	Dauer: 1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> Datenbanken I Vorlesung Übung  Praktikum (optional)	<b>Kontaktzeit</b>  2 SWS/21 h 2 SWS/21 h  2 SWS/21 h	<b>Selbststudium</b>  138 h VL+ÜB  99 h	<b>Leistungspunkte</b>  6 VL+ ÜB  4	
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung mit Übungen und Blockpraktikum (optional)				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b> Vorlesung: unbegrenzt; Übung: max. 30 Studierende je Gruppe; Praktikum: max. 10 Studierende je Gruppe				
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen</b> Datenbanktechnologie ist eine Schlüsseltechnologie der praktischen und angewandten Informatik. Datenbanken spielen in den Unternehmen eine immer zentralere Rolle, weil ein Großteil des "Wissens" in Datenbanken gespeichert ist. Die Studierenden lernen den grundsätzlichen Aufbau von Datenbanken und ihre Benutzung kennen. Ebenso wird besonderer Wert auf die semantisch korrekte Modellierung eines Sachverhalts als Voraussetzung für den Datenbankentwurf gelegt. 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, 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.				
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b> Einleitung und Übersicht über Datenbankmanagementsysteme; Datenbankentwurf: Entity-Relationship Modellierung, Funktionalitäten, (min, max)-Notation; das relationale Modell: relationale Algebra, Tupelkalkül und Domänenkalkül; relationale Anfragensprachen: SQL, Datendefinitions-, Datenmanipulations- und Datenbankanfragesprache, 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				
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Wahlpflicht-Modul. Die Lehrveranstaltungen sind dem Bachelor-Studiengang Informatik entnommen.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b> mündliche Modul-Abschlussprüfung (30-45 Minuten)				
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte werden durch die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen und Praktikum und durch Bestehen der mündlichen Modul-Abschlussprüfung erworben.				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> anteilig, proportional zur Leistungspunktzahl (LP/93)				
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b> Kenntnisse im Umfang des Moduls INF-CS-001 werden vorausgesetzt. Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.				
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Prof. Dr. F. Schuhknecht Jun.-Prof. Dr. Panagiotis Bouros				

<b>Modul 20: HIGH PERFORMANCE COMPUTING</b>					
Kennnummer: INF-CS-005	Aufwand: 180/300 h	Leistungspunkte: 6/10	Angebot: jedes SoSe	Studiensemester: ab 1. Semester	Dauer: 1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> High Performance Computing Vorlesung Übung Praktikum (optional)	<b>Kontaktzeit</b> 2 SWS/21 h 2 SWS/21 h 2 SWS/21 h	<b>Selbststudium</b> 138 h VL+ÜB 99 h	<b>Leistungspunkte</b> 6 VL+ ÜB 4	
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung mit Übungen und Blockpraktikum (optional)				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b> Vorlesung: unbegrenzt; Übung: max. 30 Studierende je Gruppe; Praktikum: max. 10 Studierende je Gruppe				
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen</b> 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				
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b> 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.				
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Wahlpflicht-Modul. Die Lehrveranstaltungen sind dem Bachelor-Studiengang Informatik entnommen.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b> mündliche Modul-Abschlussprüfung (30-45 Minuten)				
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte werden durch die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen und Praktikum und durch Bestehen der mündlichen Modul-Abschlussprüfung erworben.				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> anteilig, proportional zur Leistungspunktzahl (LP/93)				
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b> Kenntnisse im Umfang des Moduls INF-CS-001 werden vorausgesetzt. Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.				
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Prof. Dr. B. Schmidt				

<b>Modul 21: ACCELERATED COMPUTING WITH GPUS</b>					
Kennnummer: INF-CS-006	Aufwand: 180/300 h	Leistungspunkte: 6/10	Angebot: jedes WiSe	Studiensemester: ab 1. Semester	Dauer: 1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> Accelerated Computing with GPUs Vorlesung Übung Praktikum (optional)	<b>Kontaktzeit</b> 2 SWS/21 h 2 SWS/21 h 2 SWS/21 h	<b>Selbststudium</b> 138 h VL+ÜB 99 h	<b>Leistungspunkte</b> 6 VL+ ÜB 4	
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung mit Übungen und Blockpraktikum (optional)				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b> Vorlesung: unbegrenzt; Übung: max. 30 Studierende je Gruppe; Praktikum: max. 10 Studierende je Gruppe				
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen</b> 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				
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b> 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				
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Wahlpflicht-Modul. Die Lehrveranstaltungen sind dem Bachelor-Studiengang Informatik entnommen.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b> mündliche Modul-Abschlussprüfung (30-45 Minuten)				
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte werden durch die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen und Praktikum und durch Bestehen der mündlichen Modul-Abschlussprüfung erworben.				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> anteilig, proportional zur Leistungspunktzahl (LP/93)				
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b> Kenntnisse im Umfang des Moduls INF-CS-001 werden vorausgesetzt. Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.				
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Prof. Dr. B. Schmidt				

Modul 22: MODELLIERUNG					
Kennnummer: INF-CS-007	Aufwand: 180/300 h	Leistungspunkte: 6/10	Angebot: jedes WiSe	Studiensemester: ab 1. Semester	Dauer: 1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> Modellierung 1 Vorlesung Übung  Praktikum (optional)	<b>Kontaktzeit</b>  2 SWS/21 h 2 SWS/21 h  2 SWS/21 h	<b>Selbststudium</b>  138 h VL+ÜB  99 h	<b>Leistungspunkte</b>  6 VL+ ÜB  4	
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung mit Übungen und Blockpraktikum (optional)				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b> Vorlesung: unbegrenzt; Übung: max. 30 Studierende je Gruppe; Praktikum: max. 10 Studierende je Gruppe				
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen</b> Die Veranstaltung verbindet die Theorie mathematischer Modellierung mit der praktischen Umsetzung im Rechner. Betrachtet werden im wesentlichen lineare Modelle: <b>Theorie:</b> Die Studierenden verstehen die Struktur und die Anwendungsmöglichkeiten <i>linearer</i> 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). <b>Praxis:</b> Die Studierenden sind in der Lage, die o.g. abstrakten Werkzeuge konkret in eine effiziente Implementierung 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. Die Studierenden können projekt- und teamorientiert arbeiten.				
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b> Die Vorlesung behandelt lineare Modellierung, inklusive differentieller Modelle und quadratischer Optimierung. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Wiederholung:</b> mathematischen Werkzeuge aus dem Grundstudium (Vektorräume, Funktionenräume, multivariate quadratische Polynome).</li> <li>• <b>Inverse Probleme:</b> Analyse mittels Basistransformation (SVD), Regularisierung.</li> <li>• <b>Least-Squares:</b> Grundlagen, Total-Least-Squares, Zusammenhang mit Matrixfaktorisierung.</li> <li>• <b>Datenstrukturen:</b> für geometrische und dynamische Modellierung (Gitter, Meshes, Point Sets, implizite Flächen).</li> <li>• <b>Signaltheorie:</b> Abtastung und Rekonstruktion, (Anti-) Aliasing, Design linearer Basen. Irreguläre Abtastung.</li> <li>• <b>Differentielle Modellierung:</b> Differentialgleichungen (DGLs, PDGLs), Funktionale über differentielle Eigenschaften, Modellierung und Analyse dynamischer Systeme.</li> <li>• <b>Diskretisierung:</b> elementare Verfahren zur numerischen Behandlung.</li> </ul> In Vorlesung, Übungen und dem Praktikum werden Theorie und Praxis der linearen Modellierung miteinander verbunden.				
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Wahlpflicht-Modul. Die Lehrveranstaltungen sind dem Bachelor-Studiengang Informatik entnommen.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b> mündliche Modul-Abschlussprüfung (30-45 Minuten)				
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte werden durch die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen und Praktikum und durch Bestehen der mündlichen Modul-Abschlussprüfung erworben.				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> anteilig, proportional zur Leistungspunktzahl (LP/93)				
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b> Kenntnisse im Umfang des Moduls INF-CS-001 werden vorausgesetzt. Literatur zu den Lehrveranstaltungen wird über JoGuStine bekannt gegeben.				
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Prof. Dr. M. Wand				

<b>Modul 23: ABSCHLUSSMODUL CSRN</b>					
Kennnummer: CSRN-END	Aufwand: 1200 h	Leistungspunkte: 40	Angebot: jedes Semester	Studiensemester: 3. Semester	Dauer: 2 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltungen</b> Spezialisierung Masterarbeit incl. Verteidigung und begleitendes Oberseminar	<b>Kontaktzeit</b> 30 h 2 SWS/21 h	<b>Selbststudium</b> 270 h 879 h	<b>Leistungspunkte</b> 10 30	
<b>2</b>	<b>Lehrformen</b> Spezialisierungsphase: Betreute Einweisung in spezifische Methoden/Programmpakete einer Arbeitsgruppe, z.B. in Form eines Lesekurses oder eines Steilkurses, etc., Sozialisierung in die Arbeitsgruppe. Masterarbeitsphase: Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten und zur Erstellung einer eigenständigen wissenschaftlichen Arbeit. Teilnahme am Oberseminar.				
<b>3</b>	<b>Gruppengröße</b> max. 5 Studierende je Arbeitsgruppe				
<b>4</b>	<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen</b> Spezialisierungsphase: Die Studenten sind vertraut mit den Programmpaketen, die in der betreffenden Arbeitsgruppe eingesetzt werden, in der sie ihre Masterarbeit schreiben wollen. Sie verfügen über die unverzichtbaren Grundkenntnisse zum Verständnis einer wissenschaftlichen Problemstellung in diesem Bereich sowie über grundlegende Methoden zu deren Bearbeitung. Sie sind in der Lage, einschlägige Literatur zu suchen, zu sichten und eigenständig zu lesen und kritisch zu reflektieren. Masterarbeitsphase: Die Studierenden können sich durch einschlägige Literatur aus der Mathematik und ihrem naturwissenschaftlichen Hauptfach arbeiten und die entsprechenden Resultate in eine aktuelle wissenschaftliche Fragestellung einbringen und praktisch umsetzen. Sie sind in der Lage, auf diese Weise eigenständig eine wissenschaftliche Leistung zu erbringen und diese schriftlich zu dokumentieren. Die Studierenden haben sich zudem Techniken des Zeitmanagements erschlossen (durch Formulierung von Meilensteinen, etc.) und Präsentationstechniken kennengelernt.				
<b>5</b>	<b>Lehrinhalte</b> Spezifische Verfahren und Techniken zur Lösung einer angewandt mathematischen (numerischen) wissenschaftlichen Fragestellung aus dem Bereich der Naturwissenschaften.				
<b>6</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Pflicht-Modul für den Master-Studiengang Computational Sciences–Rechnergestützte Naturwissenschaften.				
<b>7</b>	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Modul Wissenschaftliches Rechnen und Hauptfachmodul Naturwissenschaft				
<b>8</b>	<b>Prüfungsformen</b> Verteidigung der Masterarbeit (45-60 Minuten)				
<b>9</b>	<b>Vergabe von Leistungspunkten</b> Leistungspunkte für “Spezialisierung” werden anhand individuell zu vereinbarenden Leistungen und für das die Masterarbeit begleitende Oberseminar auf der Grundlage eines Oberseminarvortrags vergeben (50-60 Minuten), jeweils unbenotet. Leistungspunkte für “Masterarbeit incl. Verteidigung” gibt es bei bestandener Masterarbeit und bestandener Abschlussprüfung. Modulnote ergibt sich aus 2/3 Note der Masterarbeit und 1/3 Note für die Verteidigung.				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note in der Endnote</b> ein Drittel der Gesamtnote (31/93)				
<b>11</b>	<b>Sonstiges</b> Literatur auf Anfrage.  Die Einschreibung in das Abschlussmodul erfolgt über das Prüfungssekretariat, vgl. <a href="http://www.csrn.uni-mainz.de/module">www.csrn.uni-mainz.de/module</a> .				
<b>12</b>	<b>Modulbeauftragte und hauptamtliche Lehrende</b> Alle Lehrenden des Studiengangs				