

## Modul AnalC: Analytische Chemie

Aufbauend auf bereits gelernten analytischen Inhalten und Arbeitstechniken aus dem Bachelorstudium erwerben die Studierenden im Modul AnalC: Analytische Chemie spezielle Fachkenntnisse im Gebiet der fortgeschrittenen instrumentellen Spurenanalytik. Die Inhalte werden in Form von zwei Vorlesungen zur Organischen Spurenanalytik und Elementanalytik (Grundeinheit) und in einem weiterführenden Praktikum (Vertiefungseinheit) erarbeitet, vertieft und praktisch umgesetzt. Dabei wird stets neu erworbenes Wissen in das vorhandene integriert.

### Grundeinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan) WiSe (SoSe)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1. Semester (2)	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung Organische Spurenanalytik Teil 1 / Trenn- und Bestimmungsmethoden</b>	2 SWS/ 21 h	69 h	3 LP
	<b>b) Vorlesung Instrumentelle Elementanalytik Teil 1 / Vertiefende Atomspektrometrie</b>	2 SWS/ 21 h	69 h	3 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) , b) Vorlesung			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	Die Studierenden haben ein vertieftes Wissen über die aktuellen Methoden der Analytischen Chemie (Chromatographie, Atomspektrometrie, Molekülspektroskopie, Massenspektrometrie) erworben.			
	Die Studierenden sind in der Lage,			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipien zur Trennung und zum Nachweis organischer und anorganischer Analyten wiederzugeben,</li> <li>• die wesentlichen Einsatzbereiche der Analytik, wie Materialanalytik, technische Analytik, Qualitätssicherung, Umweltanalytik, forensische Analytik, medizinische und diagnostische Analytik zu identifizieren,</li> <li>• Stichworte wie Lebensmittelsicherheit oder Wasserbelastung, Treibhausgase oder Dopingtests, Genanalysen oder Echtheitsnachweise mit den eingesetzten Methoden zu verbinden,</li> <li>• analytische Methoden zu bewerten und geeignete instrumentelle Methoden und Verfahren entsprechend einer gestellten spurenanalytischen Aufgabenstellung auszuwählen und zu entwickeln,</li> <li>• das in analytischen Lehrbüchern sowie in internationalen Fachjournals publizierte Sachwissen zu verstehen und dieses Material kritisch zu beurteilen.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	a) Probenahme organischer Analyten, Anreicherungstechniken, Head-Space-Techniken, Gas- und Flüssigchromatographie, elektrophoretische Trennverfahren, bioanalytische Trennverfahren, Miniaturisierung von Trennverfahren, Grundlagen der organischen Massenspektrometrie, Ionisierungstechniken, massenspektrometrische Analysatoren, Angewandte Organische Spurenanalytik (Bioanalytik, Umweltanalytik, forensische Analytik).			
	b) Physikalische Grundlagen der Atomspektrometrie, Atomabsorptionsspektrometrie, Mono-/Polychromatoren, Detektoren, Hochauflösende AAS, Atomemissionsspektrometrie mit Flammen und Plasmen, Probenzuführungstechniken, Bogen- und Funkenentladungen, Mikrowellenplasmen, Laserplasmen, Atom- und Röntgenfluoreszenz, Röntgenfluoreszenzanalyse, Totalreflexions-Röntgenfluoreszenzanalyse.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestandene Klausur oder mündliche Prüfung			

## Grundeinheit

10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 6/96
11.	Häufigkeit des Angebots Wintersemester
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende <u>Prof. Dr. Nicolas H. Bings, Prof. Dr. Thorsten Hoffmann</u>
13.	Sonstige Informationen

## Vertiefungseinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StINe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	2. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Praktikum Analytische Chemie (Master)</b>	4 SWS/ 42 h	78 h	4 LP
	<b>b) Eine Vorlesung, entweder :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Organische Spurenanalytik Teil 2 / Atmospheric Analytical Chemistry</b></li> </ul> <b>oder</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Instrumentelle Elementanalytik Teil 2 / Vertiefende Elementmassenspektrometrie</b></li> </ul>	2 SWS/ 21 h	39 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Praktikum b) Vorlesung			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	<p>a) Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fortgeschrittene analytisch-instrumentelle Arbeitstechniken anzuwenden,</li> <li>• aufgenommene Messdaten statistisch zu evaluieren,</li> <li>• selbstständig und eigenverantwortlich spurenanalytische Arbeiten durchzuführen,</li> <li>• die Ergebnisse ihrer Experimente wissenschaftlich zu protokollieren, zu interpretieren und darzustellen</li> <li>• bei der Arbeit in Zweiergruppen einzelne Arbeitsschritte abzusprechen, gemeinsam zu planen und koordiniert umzusetzen</li> <li>• anspruchsvolle forschungsnahe Experimente in paralleler Weise innerhalb eines Zeitfensters zu realisieren (Selbst-, Zeit- und Ressourcenmanagement)</li> <li>• aktuelle wissenschaftliche Literatur zu analysieren und zu bewerten,</li> <li>• einen wissenschaftlichen Vortrag zu einem (vorgegebenen) aktuellen analytisch-chemischen Thema selbstständig zu erarbeiten und zu präsentieren.</li> </ul> <p>b) Die Studierenden haben spurenanalytische Kenntnisse insbesondere auf dem Gebiet der organischen Analytik und der Elementanalytik sowie der Atmosphärenforschung erworben, können diese nach wissenschaftlichen Standards wiedergeben und können die Konzepte auf analoge Problemstellungen übertragen. Die Studierenden sind in der Lage, das in der Vorlesung erarbeitete Wissen in das bereits vorhandene zu integrieren und in einem größeren Zusammenhang wiederzugeben und zu evaluieren.</p>			
4.	Inhalte			
	<p>a) Versuche in Zweiergruppen zur Bestimmung organischer Analyten mittels GC-MS und HPLC-MS (Funktionsweise, Aufbau, Säulentypen, Ionisationstechniken, Detektoren, Analysatoren, MS/MS, Derivatisierung), mittels Ambient-MS (Aufbau und Funktionsweise entsprechender Ionenquellen, Vorteile und Nachteile, Einsatzgebiete), sowie mittels Aerosolmassenspektrometrie (AMS). Darüber hinaus werden elementanalytische Versuche zur vergleichenden Bestimmung von Metallen mittels induktiv-gekoppelten Plasmen (ICP) und Röntgenspektroskopie (TXRF) sowie zu Probeneintragssystemen für die LA-ICP-OES angeboten.</p> <p>b) Organische Spurenanalytik Teil 2 - Grundlagen der Atmosphärenchemie, Ozonbildung, Ozonloch, spezielle analytische Verfahren der Atmosphärenforschung, in-situ Verfahren, Aerosolanalytik.  Instrumentelle Elementanalytik Teil 2 – Probenzuführungstechniken, Zerstäubungstechniken, Ionenquellen in der Elementmassenspektrometrie, Interface-Design, Massenanalysatoren, Detektoren.</p>			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	siehe Grundeinheit			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Aktive und erfolgreiche Teilnahme am Praktikum dokumentiert durch eine adäquate Zusammenfassung der Durchführung und der Auswertung der Messergebnisse unter Berücksichtigung der Vorlesungsinhalte in Form eines Protokolls nach wissenschaftlichen Standards.			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			

## Vertiefungseinheit

11.	Häufigkeit des Angebots Sommersemester (Praktikum in der vorlesungsfreien Zeit)
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende <u>Prof. Dr. Nicolas H. Bings, Prof. Dr. Thorsten Hoffmann</u>
13.	Sonstige Informationen

## Forschungsmodul Analytische Chemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	360 h	1 Semester	2. / 3. Semester	12 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Forschungspraktikum Analytische Chemie</b>	21 SWS/ 220,5 h	109,5 h	11 LP
	<b>b) dazugehöriges Seminar</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Forschungsnahe spurenanalytisches Praktikum in den Arbeitskreisen der Analytischen Chemie			
	b) Seminar			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>forschungsnahe Projekte selbständig zu erarbeiten, durchzuführen, zu dokumentieren und zu präsentieren,</li> <li>ihr theoretisches und praktisches Fach- und Methodenwissen forschungsorientiert und zielführend in ein Forschungsprojekt einzubringen,</li> <li>aktuelle Primär- und Sekundärliteratur (englisch und deutsch) mit Bezug zum Projekt zu recherchieren und zu evaluieren,</li> <li>bei auftretenden Misserfolgen oder Fehlschlägen Alternativen zu erarbeiten,</li> <li>in einem wissenschaftlichen (ggf. internationalen) Team mitzuwirken,</li> <li>die Ergebnisse der Forschungsarbeit reproduzierbar und nach wissenschaftlichen Standards zu protokollieren und zu dokumentieren.</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>im Rahmen der Mitarbeiterseminare aktuelle Forschungsthemen zu verstehen, einzuordnen, Kernaussagen wiederzugeben und zu übertragen,</li> <li>ihr eigenes Projekt in einem größeren Zusammenhang wissenschaftlich zu präsentieren und einer kritischen Diskussion zu stellen.</li> </ul>			
	Das Forschungsmodul kann der Themenfindung und Vorbereitung auf die Masterarbeit dienen.			
4.	Inhalte			
	a) Aktuelle Themenstellungen aus dem Forschungsumfeld der Arbeitskreise Organische bzw. Anorganische Spurenanalytik, Angewandte Analytische Chemie, Material- und Umweltanalytik, instrumentelle Entwicklung			
	b) Seminar und Seminarvortrag zum durchgeführten Forschungspraktikum			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, M. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Vertiefungseinheit des Moduls Analytische Chemie (AnalC)			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls Analytische Chemie (AnalC)			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Protokoll, Vortrag: unbenotet			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Aktive und erfolgreiche Teilnahme am Praktikum und Seminar, Akzeptanz des Protokolls und des Seminarvortrags			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester, nach Absprache			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	<u>Prof. Dr. Nicolas H. Bings, Prof. Dr. Thorsten Hoffmann</u>			
13.	Sonstige Informationen			
	Das Forschungsmodul wird in einem der beiden beteiligten Arbeitskreise (Bings, Hoffmann) durchgeführt.			

## Prüfungsmodul Analytische Chemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	2./ 3. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Selbststudium</b>	-	120 h	4 LP
	<b>b) Seminar begleitend zum Selbststudium</b>	1 SWS / 10,5 h	49,5 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Selbststudium			
	b) Seminar zur Erweiterung von Schlüsselqualifikationen (Soft-Skills) für die Selbstlernphase sowie zur Begleitung und Kontrolle des Selbststudiums			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	<p>In dem Prüfungsmodul wird den Studierenden die Chance gegeben, sich – aufbauend auf bereits gelerntem – weitestgehend eigenständig einen umfassenden Überblick über das Fach Analytische Chemie zu erarbeiten. Dies erfordert von den Studierenden ein hohes Maß an Organisation und Zeitmanagement, sowie die Fähigkeit, Zusammenhänge eigenständig zu erkennen, zu bewerten und in einen großen Kontext einzuordnen. Zu Beginn des begleitenden Seminars werden die für die Selbstlernphase erforderlichen Schlüsselqualifikationen (besonders Zeitmanagement und Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens) vertieft und erweitert. Weiterhin werden vom Dozenten die Lernziele und Kompetenzen formuliert und Hinweise auf die Fachliteratur gegeben. Danach präsentieren die Studierenden im Rahmen des Seminars eigenständig erarbeitetes Wissen und diskutieren unter Betreuung eines Dozenten den Inhalt und die Form der jeweiligen Kurzreferate.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>eigenständig Themen der Analytischen Chemie anhand von Primär- und Sekundärliteratur sowie von wissenschaftlichen Vorträgen (englisch und deutsch) zu erarbeiten, zu vertiefen und zu diskutieren,</li> <li>wissenschaftliche Probleme aufzuzeigen, Zusammenhänge zu erkennen, Lösungen zu erarbeiten und wiederzugeben,</li> <li>ihr Fachwissen (theoretisch, methodisch) im Rahmen eines Prüfungsgesprächs nach wissenschaftlichen Standards zu dokumentieren (mündlich/Anhand von Skizzen), wissenschaftliche Problemstellungen zu diskutieren und Theorien und Konzepte auf analoge Problemstellungen zu übertragen.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Probenahme organischer Analyten, Anreicherungstechniken, Head-Space-Techniken, Gas- und Flüssigchromatographie, elektrophoretische Trennverfahren, bioanalytische Trennverfahren, Miniaturisierung von Trennverfahren, Atomabsorptionsspektrometrie, Emissionsspektrometrie mit Flammen und Plasmen, Fluoreszenzspektrometrie, Grundlagen der Optik (Streuung, Brechung, Beugung), Licht- und Elektronenmikroskopie, Röntgenspektrometrie, Probenzuführungstechniken, Grundlagen der organischen Massenspektrometrie, Ionisierungstechniken, massenspektrometrische Analysatoren, angewandte organische Spurenanalytik (Bioanalytik, Umweltanalytik, forensische Analytik), statistische Behandlung von Messdaten			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, M. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Vertiefungseinheit des Moduls Analytische Chemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls Analytische Chemie			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min.)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestehen der Modulabschlussprüfung			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	jedes Semester, nach Absprache			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Nicolas H. Bings, Prof. Dr. Thorsten Hoffmann			
13.	Sonstige Informationen			
	Literatúrauswahl: Vorlesungsskripten, Skoog/Leary, <i>Instrumentelle Analytik</i> ; Otto, <i>Analytische Chemie</i> ; Schwedt, <i>Analytische Chemie</i> ; Cammann, <i>Instrumentelle Analytische Chemie</i> ; JH Gross, <i>Massenspektrometrie</i>			

## Modul AC: Anorganische Chemie

Aufbauend auf bereits gelernten anorganisch-chemischen Inhalten und Arbeitstechniken erwirbt der Studierende im Modul AC: Anorganische Chemie vertiefte theoretische, methodische und praktische Fachkenntnisse im Gebiet der Anorganische Chemie. In den Grund- und Vertiefungseinheiten kommen synthetische, strukturelle, spektroskopische, bindungstheoretische, mechanistische und anwendungsbezogene Aspekte zur Sprache. Die Inhalte werden in Form der Vorlesung Anorganische Chemie 4 (Grundeinheit) und in einem weiterführenden Praktikum (Vertiefungseinheit) erarbeitet, vertieft und praktisch umgesetzt. Dabei wird stets neu erworbenes Wissen in das vorhandene integriert.

### Grundeinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StINe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung Anorganische Chemie 4</b>	4 SWS/ 42 h	108 h	5 LP
	<b>b) Übungen zur Vorlesung Anorganische Chemie 4</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Vorlesung b) Übung			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden haben umfassende Kenntnisse über moderne Fragestellungen aus dem Bereich der anorganischen Molekülchemie und der anorganischen Festkörperchemie erworben, können diese nach wissenschaftlichen Standards wiedergeben und können die Konzepte auf analoge Problemstellungen übertragen. Die Studierenden sind in der Lage, das in der Vorlesung erarbeitete Wissen in das bereits vorhandene zu integrieren und in einem größeren Zusammenhang wiederzugeben und zu evaluieren.			
	b) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>spezielle Themen und Problemstellungen der modernen anorganischen Chemie anhand von Primär- und Sekundärliteratur (englisch und deutsch) selbständig zu erarbeiten, Zusammenhänge aufzuzeigen und wiederzugeben.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Moderne Aspekte der Anorganischen Molekülchemie: Supramolekulare Chemie, Redoxchemie und Elektronentransfer, Photochemie und Photokatalyse, Magnetische Effekte, Bioanorganische Chemie;			
	Moderne Aspekte der Anorganischen Festkörperchemie: kollektive Eigenschaften anorganischer Materialien, Kern-, elektronische- und magnetische Struktur, lokale und ausgedehnte Phänomene, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen, Halbleiter und Photovoltaik, Thermoelektrika, magnetische Materialien, Supraleiter			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestandene Klausur oder mündliche Prüfung			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	a) jedes Semester b) jedes Semester			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Katja Heinze, Prof. Dr. Eva Rentschler, Prof. Dr. Wolfgang Tremel, N.N.			

## Grundeinheit

### 13. Sonstige Informationen

Literaturauswahl: Riedel, *Moderne Anorganische Chemie*; Gade, *Koordinationschemie*; Elschenbroich, *Metallorganische Chemie*; Kaim, Schwederski, *Bioanorganische Chemie*; Müller, *Anorganische Strukturchemie*; Smart, Moore, *Einführung in die Festkörperchemie*; Cox, *The electronic structure and chemistry of solids*

## Vertiefungseinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1./ 2. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Praktikum Anorganische Chemie 4</b>	4 SWS/ 42h	138 h	6 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	Praktikum			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>eigenständig Syntheseplanung, parallele Synthesedurchführung von feuchtigkeits- und/oder oxidationsempfindlichen Stoffen und die Bewertung der Ergebnisse durchzuführen (Projektmanagement),</li> <li>die aktuelle Primär- und Sekundärliteratur (englisch und deutsch) unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu analysieren und zu bewerten (Syntheseplanung),</li> <li>anspruchsvolle forschungsnahe Experimente in paralleler Weise innerhalb eines Zeitfensters zu realisieren (Synthesedurchführung: Selbst-, Zeit- und Ressourcenmanagement),</li> <li>mit gefährlichen oder giftigen Stoffen verantwortungsbewusst und sorgfältig umzugehen,</li> <li>Synthesen zu optimieren, Fehler zu eruieren bzw. Entscheidungen zu alternativen Syntheseführungen zu fällen (Analyse-, Transfer- und Entscheidungsfähigkeit),</li> <li>die durchgeführten Arbeiten und erhaltenen Ergebnisse nach wissenschaftlichen Standards zu dokumentieren, zu protokollieren und zu evaluieren.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Planung, Durchführung und Bewertung aufwändiger und z.T. konsekutiver Synthesen von temperatur-, feuchtigkeits- und/oder oxidationsempfindlichen Präparaten aus dem Bereich der anorganischen Molekül- und Festkörperchemie. Diese umfassen: <ul style="list-style-type: none"> <li>die Synthese von metallorganischen Verbindungen und Koordinationsverbindungen der d- und f-Block-Elemente und von Molekülverbindungen der Hauptgruppenelemente mittels der Inertgastechnik nach Schlenk,</li> <li>die Synthese von z.B. multinären Chalcogeniden oder Pnictiden mittels Festkörper- und Schmelzreaktionen,</li> <li>die eingehende Charakterisierung der Präparate und die Identifizierung ggf. auftretender Nebenprodukte,</li> <li>die Erarbeitung von Optimierungsvorschlägen für die jeweiligen Synthesen,</li> <li>die Dokumentation in Form von Protokollen und der Präparate.</li> </ul>			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Grundeinheit des Moduls Anorganische Chemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	siehe Grundeinheit			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Aktive und erfolgreiche Teilnahme am Praktikum dokumentiert durch die Isolierung und Charakterisierung der vorgegebenen Präparate sowie die Dokumentation der Durchführung und der Auswertung der Messergebnisse in Form von Protokollen nach wissenschaftlichen Standards.			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Katja Heinze, Prof. Dr. Eva Rentschler, Prof. Dr. Wolfgang Tremel, N.N., Dr. Martin Panthöfer			
13.	Sonstige Informationen			

## Forschungsmodul Anorganische Chemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	360 h	1 Semester	2. / 3. Semester	12 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Forschungspraktikum</b>	21 SWS/ 220,5 h	109,5 h	11 LP
	<b>b) dazugehöriges Seminar</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Praktikum: Forschungsnahe synthetische, theoretische oder methodische Tätigkeit in den Bereichen der Anorganischen Molekülchemie oder Festkörperchemie in einem Arbeitskreis der Anorganischen Chemie			
	b) Seminar			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• forschungsnahe Projekte selbständig zu erarbeiten, durchzuführen, zu dokumentieren und zu präsentieren,</li> <li>• ihr theoretisches und praktisches Fach- und Methodenwissen forschungsorientiert und zielführend in ein Forschungsprojekt einzubringen,</li> <li>• aktuelle Primär- und Sekundärliteratur (englisch und deutsch) mit Bezug zum Projekt zu recherchieren und zu evaluieren,</li> <li>• bei auftretenden Misserfolgen oder Fehlschlägen Alternativen zu erarbeiten,</li> <li>• in einem wissenschaftlichen (ggf. internationalen) Team mitzuwirken,</li> <li>• die Ergebnisse der Forschungsarbeit reproduzierbar und nach wissenschaftlichen Standards zu protokollieren und zu dokumentieren.</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• im Rahmen der Mitarbeiterseminare aktuelle Forschungsthemen zu verstehen, einzuordnen, Kernaussagen wiederzugeben und zu übertragen,</li> <li>• ihr eigenes Projekt in einem größeren Zusammenhang wissenschaftlich zu präsentieren und einer kritischen Diskussion zu stellen.</li> </ul>			
	Das Forschungsmodul kann der Themenfindung und Vorbereitung auf die Masterarbeit dienen.			
4.	Inhalte			
	a) Forschungsnahe synthetische, theoretische oder methodische Tätigkeit in den Bereichen der Anorganischen Molekülchemie oder Festkörperchemie			
	b) Seminar und Seminarvortrag zum durchgeführten Forschungspraktikum			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Vertiefungseinheit des Moduls Anorganische Chemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls Anorganische Chemie			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Protokoll, Vortrag: unbenotet			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Aktive und erfolgreiche Teilnahme am Praktikum und Seminar, Akzeptanz des Protokolls und des Seminarvortrags.			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester, nach individueller Vereinbarung auch in vorlesungsfreier Zeit möglich			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Katja Heinze, Prof. Dr. Eva Rentschler, Prof. Dr. Wolfgang Tremel, N.N., Prof. Dr. Karl Klinkhammer, Prof. Dr. Mark Niemeyer			
13.	Sonstige Informationen			
	-			

## Prüfungsmodul Anorganische Chemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	2./ 3. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Selbststudium</b>	-	120 h	4 LP
	<b>b) Seminar begleitend zum Selbststudium</b>	1 SWS / 10,5 h	49,5 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Selbststudium			
	b) Seminar zur Erweiterung von Schlüsselqualifikationen (Soft-Skills) für die Selbstlernphase sowie zur Begleitung und Kontrolle des Selbststudiums			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	<p>In dem Prüfungsmodul wird den Studierenden die Chance gegeben, sich – aufbauend auf bereits gelerntem – weitestgehend eigenständig einen umfassenden Überblick über das Fach Anorganische Chemie zu erarbeiten. Dies erfordert von den Studierenden ein hohes Maß an Organisation und Zeitmanagement, sowie die Fähigkeit, Zusammenhänge eigenständig zu erkennen, zu bewerten und in einen großen Kontext einzuordnen. Zu Beginn des begleitenden Seminars werden die für die Selbstlernphase erforderlichen Schlüsselqualifikationen (besonders Zeitmanagement und Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens) vertieft und erweitert. Weiterhin werden vom Dozenten die Lernziele und Kompetenzen formuliert und Hinweise auf die Fachliteratur gegeben. Danach präsentieren die Studierenden im Rahmen des Seminars eigenständig erarbeitetes Wissen und diskutieren unter Betreuung eines Dozenten den Inhalt und die Form der jeweiligen Kurzreferate.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>eigenständig Themen der Anorganischen Chemie anhand von Primär- und Sekundärliteratur sowie von wissenschaftlichen Vorträgen (englisch und deutsch) zu erarbeiten, zu vertiefen und zu diskutieren,</li> <li>wissenschaftliche Probleme aufzuzeigen, Zusammenhänge zu erkennen, Lösungen zu erarbeiten und wiederzugeben,</li> <li>ihr Fachwissen (theoretisch, methodisch) im Rahmen eines Prüfungsgesprächs nach wissenschaftlichen Standards zu dokumentieren (mündlich/Anhand von Skizzen), wissenschaftliche Problemstellungen zu diskutieren und Theorien und Konzepte auf analoge Problemstellungen zu übertragen.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Themen: Supramolekulare Chemie, Redoxchemie und Elektronentransfer, Photochemie und Photokatalyse, Magnetische Effekte, Bioanorganische Chemie, kollektive Eigenschaften anorganischer Materialien: Kern-, elektronische- und magnetische Struktur, lokale und ausgedehnte Phänomene, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen, Halbleiter und Photovoltaik, Thermo-elektrika, magnetische Materialien, Supraleiter			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Vertiefungseinheit des Moduls Anorganische Chemie, Forschungsmodul Anorganische Chemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls Anorganische Chemie			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min.)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestehen der Modulabschlussprüfung			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester, nach Absprache			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Katja Heinze, Prof. Dr. Eva Rentschler, Prof. Dr. Wolfgang Tremel, N.N., Prof. Dr. Karl Klinkhammer, Prof. Dr. Mark Niemeyer			
13.	Sonstige Informationen			
	Literaturauswahl: Riedel, <i>Moderne Anorganische Chemie</i> ; Gade, <i>Koordinationschemie</i> ; Elschenbroich, <i>Metallorganische Chemie</i> ; Kaim, Schwederski, <i>Bioanorganische Chemie</i> ; Müller, <i>Anorganische Strukturchemie</i> ; Smart, Moore, <i>Einführung in die Festkörperchemie</i> ; Cox, <i>The electronic structure and chemistry of solids</i>			

## Modul Bio-AC: Bioanorganische Chemie

Die Bioanorganische Chemie ist ein Schnittstellengebiet zwischen chemischen, biologischen, physikalischen, und medizinischen Wissenschaften. Neben den elementaren Grundlagen werden weitergehende Inhalte vermittelt, die sich sonst nur in der Spezialliteratur finden lassen. Die Bedeutung „anorganischer Elemente“ in Lebensprozessen wird auf dem aktuellen Wissensstand beschrieben – besonderer Wert liegt dabei auf dem Erkennen der Funktion bestimmter Elemente in ihren spezifischen Verbindungen für chemisch-biochemische Prozesse. Die Inhalte werden in Form der Vorlesung Bioanorganische Chemie (Grundeinheit) und in einem weiterführenden Praktikum (Vertiefungseinheit) erarbeitet, vertieft und praktisch umgesetzt. Dabei wird stets neu erworbenes Wissen in das vorhandene integriert.

### Grundeinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StINe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester WiSe / SoSe (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1. / 2. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung Bioanorganische Chemie</b>	2 SWS/ 21 h	69 h	3 LP
	<b>b) Übungen zur Vorlesung Bioanorganische Chemie</b>	2 SWS/ 21 h	69 h	3 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Vorlesung b) Übung			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden haben umfassende Kenntnisse über moderne Fragestellungen aus dem Bereich der bioanorganischen Chemie erworben, können diese nach wissenschaftlichen Standards wiedergeben und können die Konzepte auf analoge Problemstellungen übertragen. Die Studierenden sind in der Lage, das in der Vorlesung erarbeitete Wissen in das bereits vorhandene zu integrieren und in einem größeren Zusammenhang wiederzugeben und zu evaluieren. Die Studierenden sind in der Lage, spezielle Themen und Problemstellungen der modernen bioanorganischen Chemie anhand von Primär- und Sekundärliteratur (englisch und deutsch) selbständig zu erarbeiten, Zusammenhänge aufzuzeigen und wiederzugeben.			
	b) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>spektroskopische Methoden mit Relevanz für bioanorganische/biomimetische Fragestellungen anzuwenden.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Metalle in biologischen Systemen, Photosynthese, ausgewählte Metallcoenzyme und biomimetische Verbindungen, sowie deren spektroskopische Charakteristika, Biomineralisation			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestandene Klausur oder mündliche Prüfung			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			

## Grundeinheit

11.	Häufigkeit des Angebots Jährlich (Wintersemester)
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Eva Rentschler, Prof. Dr. Katja Heinze, Prof. Dr. Wolfgang Tremel, N.N.
13.	Sonstige Informationen Nicht möglich für Studierende, die bereits ein entsprechendes Wahlpflichtmodul in Bioanorganischer Chemie im Bachelor-Studium erfolgreich abgeschlossen haben.  Literaturempfehlungen: Aktuelle Lehrbücher der Bioanorganischen Chemie und der Koordinationschemie wie Kaim/Schwederski, <i>Bioanorganische Chemie</i> ; Lippard, <i>Bioanorganische Chemie</i> ; Gade, <i>Koordinationschemie</i> ; Ribas, <i>Coordination Chemistry</i>

## Vertiefungseinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StINe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester WiSe / SoSe (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)	
	180 h	1 Semester	1./ 1. Semester	6 LP	
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen		Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Praktikum Bioanorganische Chemie</b>		5 SWS/ 52,5 h	127,5 h	6 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen				
	a) Praktikum				
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen				
	Die Studierenden sind in der Lage				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>eigenständig Syntheseplanung, parallele Synthesedurchführung von feuchtigkeit- und oxidationsempfindlichen Stoffen mit Bezug zur Bioanorganik und Bewertung der Ergebnisse durchzuführen (Projektmanagement),</li> <li>die aktuelle Primär- und Sekundärliteratur (englisch und deutsch) unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu analysieren und zu bewerten (Syntheseplanung),</li> <li>anspruchsvolle forschungsnahe Experimente in paralleler Weise innerhalb eines Zeitfensters zu realisieren (Synthesedurchführung: Selbst-, Zeit- und Ressourcenmanagement),</li> <li>mit gefährlichen, oder giftigen Stoffen verantwortungsbewusst und sorgfältig umzugehen,</li> <li>Synthesen zu optimieren, Fehler zu eruieren bzw. Entscheidungen zu alternativen Syntheseführungen zu fällen (Analyse-, Transfer- und Entscheidungsfähigkeit),</li> <li>die durchgeführten Arbeiten und erhaltenen Ergebnisse nach wissenschaftlichen Standards zu dokumentieren, zu protokollieren und zu evaluieren.</li> </ul>				
4.	Inhalte				
	Planung, Durchführung und Bewertung aufwändiger und z.T. konsekutiver Synthesen von biomimetischen Modellverbindungen.				
	Diese umfassen:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>die Synthese von biomimetischen Koordinationsverbindungen der d-Block-Elemente ggf. mittels der Inertgastechnik nach Schlenk,</li> <li>die Synthese von Präparaten zur Biomineralisation,</li> <li>die eingehende Charakterisierung der Präparate und die Identifizierung ggf. auftretender Nebenprodukte,</li> <li>die Erarbeitung von Optimierungsvorschlägen für die jeweiligen Synthesen,</li> <li>die Dokumentation in Form von Protokollen und der Präparate.</li> </ul>				
5.	Verwendbarkeit des Moduls				
	M. Sc. Chemie				
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme				
	Grundeinheit des Moduls Bioanorganische Chemie				
7.	Zugangsvoraussetzung(en)				
	Keine				
8.	Prüfungsformen				
	8.1. Studienleistung(en)				
	8.2. Modulprüfung				
	siehe Grundeinheit				
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten				
	Aktive und erfolgreiche Teilnahme am Praktikum dokumentiert durch die Isolierung und Charakterisierung der vorgegebenen Präparate sowie die Dokumentation der Durchführung und der Auswertung der Messergebnisse in Form von Protokollen nach wissenschaftlichen Standards.				
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen				
	6/96				
11.	Häufigkeit des Angebots				
	Jedes Semester				
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende				
	Prof. Dr. Eva Rentschler, Prof. Dr. Katja Heinze, Prof. Dr. Wolfgang Tremel, N.N., Dr. Martin Panthöfer				
13.	Sonstige Informationen				

## Forschungsmodul Bioanorganische Chemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	360 h	1 Semester	2./ 3. Semester	12 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Forschungspraktikum Bioanorganische Chemie I und II</b>	21 SWS/ 220,5 h	109,5 h	11 LP
	<b>b) dazugehöriges Seminar</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Forschungsnahe synthetische, theoretische oder methodische Tätigkeit in den Bereichen der Anorganischen Molekülchemie oder Festkörperchemie in zwei verschiedenen Arbeitskreisen der Anorganischen Chemie mit besonderem Schwerpunkt Biomimetik oder Biomineralisation			
	b) Seminar (Mitarbeiterseminar)			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• forschungsnahe Projekte selbständig zu erarbeiten, durchzuführen, zu dokumentieren und zu präsentieren,</li> <li>• ihr theoretisches und praktisches Fach- und Methodenwissen forschungsorientiert und zielführend in ein Forschungsprojekt einzubringen,</li> <li>• aktuelle Primär- und Sekundärliteratur (englisch und deutsch) mit Bezug zum Projekt zu recherchieren und zu evaluieren,</li> <li>• bei auftretenden Misserfolgen oder Fehlschlägen Alternativen zu erarbeiten,</li> <li>• in einem wissenschaftlichen (ggf. internationalen) Team mitzuwirken,</li> <li>• die Ergebnisse der Forschungsarbeit reproduzierbar und nach wissenschaftlichen Standards zu protokollieren und zu dokumentieren.</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• im Rahmen der Mitarbeiterseminare aktuelle Forschungsthemen zu verstehen, einzuordnen, Kernaussagen wiederzugeben und zu übertragen,</li> <li>• ihr eigenes Projekt in einem größeren Zusammenhang wissenschaftlich zu präsentieren und einer kritischen Diskussion zu stellen.</li> </ul>			
	Das Forschungsmodul kann der Themenfindung und Vorbereitung auf die Masterarbeit dienen.			
4.	Inhalte			
	a) Forschungsnahe synthetische, theoretische oder methodische Tätigkeit in den Bereichen der Bioanorganischen Chemie. Synthese, Charakterisierung oder theoretische Modellierung biomimetischer Modellsysteme, sowie Biomineralisation			
	b) Seminar und Seminarvortrag zum durchgeführten Forschungspraktikum			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, M. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Vertiefungseinheit des Moduls Bioanorganische Chemie, Grundeinheit des Moduls Anorganische Chemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls Bioanorganische Chemie			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Protokoll, Vortrag: unbenotet			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Aktive und erfolgreiche Teilnahme am Praktikum und Seminar, Akzeptanz des Protokolls und des Seminarvortrags.			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester, nach individueller Vereinbarung auch in vorlesungsfreier Zeit möglich			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Eva Rentschler, Prof. Dr. Katja Heinze, Prof. Dr. Wolfgang Tremel, N.N.			
13.	Sonstige Informationen			
	Die beiden Forschungspraktika müssen in verschiedenen Arbeitskreisen absolviert werden			

## Prüfungsmodul Bioanorganische Chemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	2./ 3. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Selbststudium</b>	-	120 h	4 LP
	<b>b) Seminar begleitend zum Selbststudium</b>	1 SWS / 10,5 h	49,5 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Selbststudium b) Seminar zur Erweiterung von Schlüsselqualifikationen (Soft-Skills) für die Selbstlernphase sowie zur Begleitung und Kontrolle des Selbststudiums			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	<p>In dem Prüfungsmodul wird den Studierenden die Chance gegeben, sich – aufbauend auf bereits gelerntem – weitestgehend eigenständig einen umfassenden Überblick über das Fach Bioanorganische Chemie zu erarbeiten. Dies erfordert von den Studierenden ein hohes Maß an Organisation und Zeitmanagement, sowie die Fähigkeit, Zusammenhänge eigenständig zu erkennen, zu bewerten und in einen großen Kontext einzuordnen. Zu Beginn des begleitenden Seminars werden die für die Selbstlernphase erforderlichen Schlüsselqualifikationen (besonders Zeitmanagement und Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens) vertieft und erweitert. Weiterhin werden vom Dozenten die Lernziele und Kompetenzen formuliert und Hinweise auf die Fachliteratur gegeben. Danach präsentieren die Studierenden im Rahmen des Seminars eigenständig erarbeitetes Wissen und diskutieren unter Betreuung eines Dozenten den Inhalt und die Form der jeweiligen Kurzreferate.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>eigenständig Themen der Bioanorganischen Chemie anhand von Primär- und Sekundärliteratur sowie von wissenschaftlichen Vorträgen (englisch und deutsch) zu erarbeiten, zu vertiefen und zu diskutieren,</li> <li>wissenschaftliche Probleme aufzuzeigen, Zusammenhänge zu erkennen, Lösungen zu erarbeiten und wiederzugeben,</li> <li>ihr Fachwissen (theoretisch, methodisch) im Rahmen eines Prüfungsgesprächs nach wissenschaftlichen Standards zu dokumentieren (mündlich/Anhand von Skizzen), wissenschaftliche Problemstellungen zu diskutieren und Theorien und Konzepte auf analoge Problemstellungen zu übertragen.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Metalle in biologischen Systemen, Biomineralisation, Photosynthese, ausgewählte Metallcoenzyme und biomimetische Verbindungen, sowie deren spektroskopische Charakteristika.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, M. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Vertiefungseinheit des Moduls Bioanorganische Chemie, Forschungsmodul Bioanorganische Chemie, Grundeinheit des Moduls Anorganische Chemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls Bioanorganische Chemie			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min.)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestandene Modulabschlussprüfung			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester, nach Absprache			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Eva Rentschler, Prof. Dr. Katja Heinze, Prof. Dr. Wolfgang Tremel, N.N.			

## Forschungsmodul Bioorganische Chemie

### 13. Sonstige Informationen

Literaturempfehlungen: Aktuelle Lehrbücher der Bioorganischen Chemie und der Koordinationschemie wie Kaim/Schwederski, *Bioorganische Chemie*; Lippard, *Bioorganische Chemie*; Gade, *Koordinationschemie*; Ribas, *Coordination Chemistry*

## Modul BC 1: Einführung in die Biochemie

Aufbauend auf bereits gelernten chemisch, biologisch und biochemischen Inhalten und Arbeitstechniken erwirbt der Studierende im Modul BC 1 „Einführung in die Biochemie“ grundlegende Fachkenntnisse im Gebiet Biochemie und angrenzender Gebiete wie der Physiologie, Zellbiologie und Molekularbiologie. Die Inhalte werden in Form einer Vorlesung, eines vertiefenden Seminars und in einem weiterführenden Praktikum erarbeitet, vertieft und praktisch umgesetzt. Dabei wird stets neu erworbenes Wissen in das vorhandene integriert.

### Grundeinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung Einführung in die Biochemie</b>	2 SWS/ 21 h	99 h	4 LP
	<b>b) Übung zur Vorlesung Einführung in die Biochemie</b>	2 SWS/ 21 h	39 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Vorlesung b) Übung			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden sind in der Lage <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Inhalte der Biochemie und fachverwandter Gebiete wie Physiologie, Zellbiologie und Molekularbiologie wiederzugeben und zu gliedern.</li> <li>• die fachspezifische Terminologie sinngebend einzusetzen.</li> <li>• Zusammenhänge und Unterschiede zwischen biochemischen Vorgängen aufzuzeigen.</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in der Lage <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein (vorgegebenes) biochemisches Thema selbständig zu erarbeiten und zu präsentieren.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	a) und b) Zelle, molekulare Evolution, Prinzipien der Biochemie, intra- und intermolekulare Wechselwirkungen in Biomolekülen, Aminosäuren, Peptidbindung, Methoden zur Erforschung von Proteinen, Evolution von Proteinstrukturen, Proteinfaltung, Chaperone, allosterische Proteine, Enzymkinetik, -struktur und -mechanismen, Kohlenhydratmetabolismus: Glykolyse, Gluconeogenese, Citratcyclus, Atmungskette, Photosynthese, Proteinabbau, Aminosäurestoffwechsel, Koordination des Stoffwechsels Lipide und Membranen, Membrantransport, Lipoproteine, Lipidstoffwechsel, Cholesterin DNA-Struktur, DNA-Replikation, Genetischer Code, Transkription, Translation, posttranslationale Proteinmodifikation			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, B. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Grundlagen der Organischen, Anorganischen und Physikalischen Chemie sowie der Zellbiologie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en) Vortrag			
	8.2. Modulprüfung Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestandene Klausur oder mündliche Prüfung, Vortrag			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester			

## Grundeinheit

12. Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende

Prof. Dr. Dirk Schneider

13. Sonstige Informationen

Literaturempfehlung:

- Biochemie: (Autoren: Berg, Tymoczko und Stryer)
- Biochemie: Eine Einführung für Mediziner und Naturwissenschaftler (Autor: Müller-Esterl)
- Lehrbuch der Biochemie: (Autoren: Voet, Voet, Pratt)
- Lehninger Biochemie: (Autoren: Nelson und Cox)

## Vertiefungseinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	2. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Biochemisches Grundpraktikum</b>	7 SWS/ 74 h	76 h	5 LP
	<b>b) Seminar zum Biochemischen Grundpraktikum</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Praktikum b) Seminar			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende biochemische Arbeitstechniken anzuwenden.</li> <li>• mit verschiedenen biochemischen Stoffklassen experimentell umzugehen.</li> <li>• weitgehend selbstständig anhand von Kursanleitungen biochemische und zellbiologische Experimente durchzuführen.</li> <li>• die Ergebnisse ihrer Experimente in angemessener Form zu dokumentieren und korrekt auszuwerten.</li> <li>• einzelne Arbeitsschritte abzusprechen, gemeinsam zu planen und koordiniert umzusetzen.</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• die den Versuchen zu Grunde liegende Theorie wiederzugeben und zu erklären.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	a) Nucleinsäuren: Genetischer Fingerabdruck, RNA, Plasmide Proteine: Zellfraktionierung und Leitenzyme, Proteinfractionierung, Proteolyse, SDS-Polyacrylamid-Gelelektrophorese Enzymkinetik Kohlenhydrate: Auftrennung und Analyse Lipide: Extraktion, Fraktionierung und Analyse Zellen: Grundlagen der Zellbiologie			
	b) Vorstellung und Diskussion der durchzuführenden Versuche und der zu Grunde liegenden Theorie			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, B. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls BC 1			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	siehe Grundeinheit			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Aktive und erfolgreiche Teilnahme, akzeptierte Protokolle			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Dirk Schneider, Prof. Dr. Claudia Koch-Brandt, Prof. Dr. Gerald Gimpl, PD Dr. Rolf Postina, Dr. E. Koiro			
13.	Sonstige Informationen			
	Literaturempfehlung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biochemie: (Autoren: Berg, Tymoczko und Stryer)</li> <li>• Biochemie: Eine Einführung für Mediziner und Naturwissenschaftler (Autor: Müller-Esterl)</li> <li>• Lehrbuch der Biochemie: (Autoren: Voet, Voet, Pratt)</li> <li>• Lehninger Biochemie: (Autoren: Nelson und Cox)</li> </ul>			

## Modul BC 2a: Biochemie

Aufbauend auf bereits gelernten biochemischen Inhalten und Arbeitstechniken erwirbt der Studierende im Modul BC 2a spezielle Fachkenntnisse im Gebiet Biochemie und angrenzender Gebiete wie der Zellbiologie und Gentechnik. Die Inhalte werden in Form der Vorlesung Biochemie 2 (Grundeinheit) und in einem weiterführenden Praktikum mit Seminar (Vertiefungseinheit) erarbeitet, vertieft und praktisch umgesetzt. Dabei wird stets neu erworbenes Wissen in das vorhandene integriert.

### Grundeinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StINe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>Vorlesung Biochemie 2</b>	4 SWS/ 42 h	138 h	6 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	Vorlesung			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	Die Studierenden sind in der Lage			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>wesentliche Inhalte der zellulären Biochemie, der Molekularbiologie und angrenzender Gebiete wiederzugeben.</li> <li>Prinzipien der Genregulation und gentechnologischer Experimente zu erklären und zu bewerten.</li> <li>Prinzipien der Signaltransduktion zuzuordnen und zu erklären.</li> <li>einschlägige Fachbegriffe der zellulären Biochemie richtig einzusetzen.</li> <li>Chance und Risiken der Gentechnik zu bewerten, dazu einen eigenen Standpunkt zu entwickeln bzw. dies in ihrer eigenen Arbeit zu berücksichtigen.</li> <li>das in biochemischen, zell- und molekularbiologischen Lehrbüchern behandelte Sachwissen sowie die in internationalen Fachjournals publizierte Primärliteratur kritisch zu beurteilen.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Mechanismen der zellulären Signaltransduktion, Signalwege in Zellen, Rezeptorklassen, Ionenkanäle, Second messenger, Effektormoleküle, Zellzyklus, Proteinkinasen, extrazelluläre Matrix, molekulare Grundlagen der Genexpression, Gentechnologie, Genregulation, Prinzipien des Gentransfers in Säugetierzellen und Organismen, Anwendungen des Gentransfers in Säugetierzellen und Organismen, Chancen und Risiken der Gentechnik.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls BC 1 oder vergleichbare Leistungen			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestandene Klausur oder mündliche Prüfung			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Gerald Gimpl, PD Dr. Rolf Postina, Prof. Dr. Claudia Koch-Brandt			
13.	Sonstige Informationen			

## Vertiefungseinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StINe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	2. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Biochemisches Grundpraktikum</b>	7 SWS/ 73,5 h	76,5 h	5 LP
	<b>b) Seminar zum Biochemischen Grundpraktikum</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Praktikum b) Seminar			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende biochemische Arbeitstechniken anzuwenden.</li> <li>• mit verschiedenen biochemischen Stoffklassen experimentell umzugehen.</li> <li>• weitgehend selbstständig anhand von Kursanleitungen biochemische und zellbiologische Experimente durchzuführen.</li> <li>• die Ergebnisse ihrer Experimente in angemessener Form zu dokumentieren und korrekt auszuwerten.</li> <li>• einzelne Arbeitsschritte abzusprechen, gemeinsam zu planen und koordiniert umzusetzen.</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• die den Versuchen zu Grunde liegende Theorie wiederzugeben und zu erklären.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	a) Nucleinsäuren: Genetischer Fingerabdruck, RNA, Plasmide Proteine: Zellfraktionierung und Leitenzyme, Proteinfractionierung, Proteolyse, SDS-Polyacrylamid-Gelelektrophorese Enzymkinetik Kohlenhydrate: Auftrennung und Analyse Lipide: Extraktion, Fraktionierung und Analyse Zellen: Grundlagen der Zellbiologie			
	b) Vorstellung und Diskussion der durchzuführenden Versuche und der zu Grunde liegenden Theorie			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls BC 1 oder vergleichbare Leistungen			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	siehe Grundeinheit			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Aktive und erfolgreiche Teilnahme, akzeptierte Protokolle			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Dirk Schneider, Prof. Dr. Claudia Koch-Brandt, Prof. Dr. Gerald Gimpl, PD Dr. Rolf Postina, Dr. E. Koiro			
13.	Sonstige Informationen			
	Literaturempfehlung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biochemie: (Autoren: Berg, Tymoczko und Stryer)</li> <li>• Biochemie: Eine Einführung für Mediziner und Naturwissenschaftler (Autor: Müller-Esterl)</li> <li>• Lehrbuch der Biochemie: (Autoren: Voet, Voet, Pratt)</li> <li>• Lehninger Biochemie: (Autoren: Nelson und Cox)</li> </ul>			

## Modul BC 2b: Biochemie

Aufbauend auf bereits gelernten biochemischen Inhalten und Arbeitstechniken erwirbt der Studierende im Modul BC 2b spezielle Fachkenntnisse im Gebiet Biochemie und angrenzender Gebiete wie der Zellbiologie und Gentechnik. Die Inhalte werden in Form der Vorlesung Biochemie 2 (Grundeinheit) und in einem weiterführenden Praktikum mit Seminar (Vertiefungseinheit) erarbeitet, vertieft und praktisch umgesetzt. Dabei wird stets neu erworbenes Wissen in das vorhandene integriert.

### Grundeinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StINe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>Vorlesung Biochemie 2</b>	4 SWS/ 42 h	138 h	6 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	Vorlesung			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	Die Studierenden sind in der Lage			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>wesentliche Inhalte der zellulären Biochemie, der Molekularbiologie und angrenzender Gebiete wiederzugeben.</li> <li>Prinzipien der Genregulation und gentechnologischer Experimente zu erklären und zu bewerten.</li> <li>Prinzipien der Signaltransduktion zuzuordnen und zu erklären.</li> <li>einschlägige Fachbegriffe der zellulären Biochemie richtig einzusetzen.</li> <li>Chance und Risiken der Gentechnik zu bewerten, dazu einen eigenen Standpunkt zu entwickeln bzw. dies in ihrer eigenen Arbeit zu berücksichtigen.</li> <li>das in biochemischen, zell- und molekularbiologischen Lehrbüchern behandelte Sachwissen sowie die in internationalen Fachjournals publizierte Primärliteratur kritisch zu beurteilen.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Mechanismen der zellulären Signaltransduktion, Signalwege in Zellen, Rezeptorklassen, Ionenkanäle, Second messenger, Effektormoleküle, Zellzyklus, Proteinkinasen, extrazelluläre Matrix, molekulare Grundlagen der Genexpression, Gentechnologie, Genregulation, Prinzipien des Gentransfers in Säugetierzellen und Organismen, Anwendungen des Gentransfers in Säugetierzellen und Organismen, Chancen und Risiken der Gentechnik.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, M. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls BC 1 oder vergleichbare Leistungen			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestandene Klausur oder mündliche Prüfung			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Gerald Gimpl, PD Dr. Rolf Postina, Prof. Dr. Claudia Koch-Brandt			
13.	Sonstige Informationen			

## Vertiefungseinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StINe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	2. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Biochemisches Praktikum für Fortgeschrittene</b>	10 SWS/ 105 h	45 h	5 LP
	<b>b) Seminar zum Biochemischen Praktikum für Fortgeschrittene</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Praktikum			
	b) Seminar			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>komplexe biochemische und molekularbiologische Arbeitstechniken anzuwenden.</li> <li>selbstständig und eigenverantwortlich anhand von Kursanleitungen Experimente durchzuführen.</li> <li>sorgfältig und koordiniert zu arbeiten.</li> <li>die Ergebnisse ihrer Experimente korrekt zu interpretieren und in angemessener Form zu dokumentieren. Die Dokumentation soll hinsichtlich Aufbau und Form der Darstellung in der biochemischen Primärliteratur entsprechen.</li> <li>bei der Arbeit in Zweiergruppen gemeinsam zu planen, einzelne Arbeitsschritte abzusprechen und koordiniert umzusetzen.</li> <li>ein effektives Zeit- und Ressourcenmanagement anzuwenden.</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>sich ein vertiefendes Wissen in aktuellen Themen der Biochemie und angrenzender Gebiete anzueignen.</li> <li>selbstständig einen wissenschaftlichen Vortrag zu einem (vorgegebenen) aktuellen biochemischen Themengebiet zu erarbeiten und zu präsentieren.</li> <li>naturwissenschaftliche Literatur unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu analysieren und zu bewerten.</li> <li>Seminarvorträge wissenschaftlich zu diskutieren und zu bewerten</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	a) Molekularbiologie: Herstellung eines Expressionsplasmids, Erzeugung und Charakterisierung gentechnisch veränderter Bakterien, Erzeugung eines zur Proteinexpression geeigneten Bakterienstamms. Heterologe Proteinexpression in E. coli und Proteinreinigung: Expression und Reinigung eines rekombinanten Proteins, Charakterisierung und Verwendung des isolierten Enzyms, Verwendung des Enzyms in einem diagnostischen Test 2D-Gelelektrophorese: Behandlung kultivierter Zellen mit unterschiedlichen Stressoren (Hitze, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , Pharmaka, etc.), Nutzung proteineigener physikalischer Parameter (isoelektrischer Punkt, Größe) zur zweidimensionalen Auftrennung komplexer Proteingemische, Analyse des Phosphorylierungsmusters eines Stress-Proteins mittels 2D-Gelelektrophorese und Western-Blot Analyse, Färbetechniken für Proteingele Reinigung von Lysozym: Ionenaustauschchromatographie, SDS-PAGE, photometrischer Test zur Funktionsüberprüfung des Enzyms			
	b) Der Studierende erarbeitet und präsentiert ein vorgegebenes, aktuelles Thema der Biochemie und stellt sich der Diskussion zum Vortrag (20 min Vortrag, 10 min Diskussion). Der Studierende analysiert und diskutiert die Inhalte der Seminarvorträge.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, M. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Biochemisches Grundpraktikum oder vergleichbare Leistungen.			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	Vortrag			
	8.2. Modulprüfung			
	siehe Grundeinheit			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme (akzeptierte Versuchsprotokolle); Seminarvortrag			

## Vertiefungseinheit

10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 6/96
11.	Häufigkeit des Angebots Jedes Semester, in der vorlesungsfreien Zeit
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Dirk Schneider, Prof. Dr. Claudia Koch-Brandt, Prof. Dr. Gerald Gimpl, PD Dr. Rolf Postina, Dr. E. Kojro
13.	Sonstige Informationen

## Forschungsmodul Biochemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StINe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	360 h	1 Semester	2. / 3. Semester	12 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Biochemisches Forschungsmodul</b>	21 SWS/ 220,5 h	109,5 h	11 LP
	<b>b) dazugehöriges Seminar</b>	1 SWS / 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Praktikum b) Seminar			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	Das Forschungsmodul dient dem Erlernen, der Entwicklung und der Durchführung einer Forschungsarbeit. Dabei werden zuvor erworbenes Fachwissen und erworbene Methoden forschungsorientiert umgesetzt und vertieft. Das Forschungsmodul kann der Themenfindung und Vorbereitung auf die Masterarbeit dienen.			
	a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• erstmals an einem aktuellen Forschungsprojekt einer Arbeitsgruppe zu arbeiten.</li> <li>• durch das Lösen komplexer Aufgaben ein vertieftes Wissen in einem aktuellen Forschungsgebiet zu erwerben.</li> <li>• Grundkenntnisse in Planung und Design von Experimenten zu erlangen.</li> <li>• Arbeitshypothesen aufzustellen und diese experimentell zu überprüfen.</li> <li>• unter Anleitung anspruchsvolle biochemische, zell- und molekularbiologische oder biophysikalische Versuche durchzuführen.</li> <li>• die Bedeutung von Kontrollexperimenten sicher einzuschätzen.</li> <li>• das wissenschaftliche Vorgehen und die Ergebnisse reproduzierbar zu protokollieren.</li> <li>• eigene Ergebnisse unter Berücksichtigung aktueller Forschungsliteratur zu interpretieren und kritisch einzuordnen.</li> <li>• selbständig und diszipliniert zu arbeiten.</li> <li>• mit wissenschaftlichen Problemen und Misserfolgen umzugehen.</li> <li>• in einem wissenschaftlichen Team mitzuarbeiten.</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftliche Literatur und die eigenen Forschungsergebnisse unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu analysieren und zu bewerten.</li> <li>• selbständig einen wissenschaftlichen Vortrag zu dem Forschungsprojekt zu erarbeiten und zu präsentieren.</li> <li>• das bearbeitete Projekt in einer wissenschaftlichen Diskussion zu verteidigen.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	a) Aktuelles Forschungsprojekt in Biochemie, Molekular- und Zellbiologie: grundlegende und fortgeschrittene Methoden in Biochemie, Molekular- und Zellbiologie (u.a. Zellkultur, Spektroskopie, Chromatographien, Fluoreszenzmikroskopie). Die Studierenden arbeiten an einem aktuellen Forschungsprojekt der Arbeitsgruppe mit. Unter intensiver persönlicher Betreuung bearbeiten sie ein eigenes Forschungsprojekt oder einen Teilbereich theoriegeleitet und anwendungsbezogen. Thematisch orientiert sich das Teilprojekt an einem aktuellen Forschungsprojekt der jeweiligen Arbeitsgruppe.			
	b) Seminarvortrag zum durchgeführten Praktikum			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, M. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Grund- und Vertiefungseinheit BC 1 und BC 2b.			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grund- und Vertiefungseinheit des Moduls BC 2			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Protokoll, Vortrag: unbenotet			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Akzeptanz des Versuchsprotokolls, Vortrag			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			

## Forschungsmodul Biochemie

11.	Häufigkeit des Angebots Jedes Semester, nach individueller Vereinbarung, auch in vorlesungsfreier Zeit möglich
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Dirk Schneider, Prof. Dr. Claudia Koch-Brandt, Prof. Dr. Gerald Gimpl, PD. Dr. Rolf Postina
13.	Sonstige Informationen

## Prüfungsmodul Biochemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	2./ 3. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Selbststudium</b>	-	120 h	4 LP
	<b>b) Seminar begleitend zum Selbststudium</b>	1 SWS / 10,5 h	49,5 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Selbststudium			
	b) Seminar zur Erweiterung von Schlüsselqualifikationen (Soft-Skills) für die Selbstlernphase sowie zur Begleitung und Kontrolle des Selbststudiums			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	<p>In dem Prüfungsmodul wird den Studierenden die Chance gegeben, sich – aufbauend auf bereits gelerntem – weitestgehend eigenständig einen umfassenden Überblick über das Fach Biochemie zu erarbeiten. Dies erfordert von den Studierenden ein hohes Maß an Organisation und Zeitmanagement, sowie die Fähigkeit, Zusammenhänge eigenständig zu erkennen, zu bewerten und in einen großen Kontext einzuordnen. Zu Beginn des begleitenden Seminars werden die für die Selbstlernphase erforderlichen Schlüsselqualifikationen (besonders Zeitmanagement und Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens) vertieft und erweitert. Weiterhin werden vom Dozenten die Lernziele und Kompetenzen formuliert und Hinweise auf die Fachliteratur gegeben. Danach präsentieren die Studierenden im Rahmen des Seminars eigenständig erarbeitetes Wissen und diskutieren unter Betreuung eines Dozenten den Inhalt und die Form der jeweiligen Kurzreferate.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte und Prinzipien der Biochemie und biochemischer Arbeitstechniken (einschließlich angrenzender Gebiete, wie z.B. der Molekularbiologie, Zellbiologie, Physiologie) eigenständig zu erarbeiten und zu vertiefen.</li> <li>• übergeordnete Prinzipien der Biochemie selbständig zu erkennen, zu benennen und zu erklären.</li> <li>• Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten aufzuzeigen.</li> <li>• biochemische Fragestellungen und Modelle kritisch zu beurteilen.</li> </ul> <p>Methoden und Verfahren oder sachkundige Verwendung von Materialien und Arbeitsmitteln klar zu beschreiben und kritisch zu diskutieren.</p>			
4.	Inhalte			
	Biomoleküle, Enzyme, Stoffwechselbiochemie und –physiologie, Biochemische Methoden, Pathobiochemie, Biochemie der Zelle, Signaltransduktion, Molekularbiologie, Genetik und Gentechnik sowie Kenntnisse über aktuelle Forschungsarbeiten im Institut.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, M. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Grund- und Vertiefungseinheit BC 1 und BC 2b.			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls BC 1 oder Grundeinheit des Moduls BC 2a bzw. BC 2b			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min.)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestehen der Modulprüfung			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester, nach Absprache			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Dirk Schneider, Prof. Dr. Claudia Koch-Brandt, Prof. Dr. Gerald Gimpl, PD Dr. Rolf Postina			
13.	Sonstige Informationen			
	Aktuelle Lehrbücher und Monografien der Biochemie und angrenzender Gebiete			

## Modul EC: Elektrochemie

Aufbauend auf bereits gelernten chemischen Inhalten und Arbeitstechniken im Bachelorstudiengang Chemie erwirbt der Studierende im Modul EC: Elektrochemie spezielle Fachkenntnisse über die theoretischen und praktischen Grundlagen im Gebiet Elektrochemie. Die Inhalte werden in Form der Vorlesung Elektrochemie (Grundeinheit) und in einem weiterführenden Praktikum (Vertiefungseinheit) erarbeitet, vertieft und praktisch umgesetzt. Dabei wird stets neu erworbenes Wissen in das vorhandene integriert.

### Grundeinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung Elektrochemie</b>	4 SWS/ 42h	108 h	5 LP
	<b>b) Seminar Elektrochemische Methoden</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Vorlesung b) Seminar			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	Die Studierenden erwerben theoretisches Fachwissen auf dem Gebiet der Elektrochemie und wenden das Gelernte bei der Bearbeitung von Übungsaufgaben an.			
	a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>Fachwissen auf dem Gebiet der Elektrochemie wiederzugeben,</li> <li>Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten innerhalb dieses hoch interdisziplinären Gebietes herzustellen,</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>die gelernten Vorlesungsinhalte bei der Lösung elektrochemischer Fragestellungen anwenden,</li> <li>selbstständig Lösungsmöglichkeiten durch Verknüpfung des erworbenen Wissens mit eigenen Ideen zu erarbeiten und kritisch zu beurteilen,</li> <li>ihre Ergebnisse verständlich und in wissenschaftlich korrekter Terminologie zu präsentieren und in Diskussionen zu verteidigen,</li> <li>die erarbeiteten Lösungsstrategien kritisch zu hinterfragen und zu bewerten.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Physikalische Grundlagen und Begriffe; Leitfähigkeit in ionischen Systemen; Potentiale und Strukturen an Phasengrenzen; Potentiale und Ströme; Elektrodenmaterialien, Elektrolytkunde, Mediatoren, Separatoren und Zellgeometrien; Cyclische Voltammetrie, Spektroelektrochemie, Marcus-Theorie; Energiespeichersysteme; Korrosion, elektrochemisches Fräsen und Bearbeiten; Galvanik/Metallabscheidung; Herstellung von anorganischen Grundchemikalien; Kathodenreaktionen I (medierte Systeme); Kathodenreaktionen II (direkte Methoden); Kathodenreaktionen III (technische Anwendungen); Anodenreaktionen I (Kupplungen); Anodenreaktionen II (Fluorierungen); Anodenreaktionen III (moderne Konzepte); Naturstoffsynthese; Technische elektroorganische Synthesen; elektrochemische Oberflächenbehandlung; Elektropolymerisation, leitende Polymere, Ionenaustauscher; Bioelektrochemie, Elektroenzymatik.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min.) oder mündliche Prüfung (30 min)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Erfolgreiche Teilnahme sowie bestandene Klausur oder mündliche Prüfung			

## Grundeinheit

10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 6/96
11.	Häufigkeit des Angebots Jährlich
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. S. R. Waldvogel, Profs. A. Kühnle, H.-J. Butt, W. Tremel, E. Rentschler, R. Zentel, S. R. Waldvogel, N.N.
13.	Sonstige Informationen

## Vertiefungseinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) <i>Praktikum Elektrochemie und Elektrosynthese</i></b>	8 SWS/ 84h	96 h	6 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Praktikumsversuche Exkursion im Bereich Elektrochemie (technische Anlagen, Industriebetriebe)			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• die im Labor benötigten apparativen und analytischen Kenntnisse zur Durchführung elektrochemischer Experimente anzuwenden,</li> <li>• Experimenten selbständig zu planen und sorgfältig umzusetzen,</li> <li>• effektiv mit der Zeit und den Ressourcen umzugehen, indem sie Arbeitsabläufe eigenverantwortlich planen und in einem definierten Zeitfenster realisieren,</li> <li>• die Arbeiten so zu organisieren, dass eine parallele Realisierung von Experimenten möglich ist,</li> <li>• können sich in Kleingruppen organisieren und effizient zusammenarbeiten.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Diese Veranstaltung hält einen Fundus von ca. 15 bis 20 didaktisch wertvollen Versuchen bereit. Es soll den Studierenden den Einstieg in elektrochemische Arbeitsmethoden ermöglichen, um später eine selbstständige Bearbeitung wissenschaftlicher Problemstellungen mithilfe der Elektrochemie zu erlauben. Deshalb werden 8 Versuche aus diesem Fundus gewählt. In der ersten Hälfte werden anhand elektroanalytische Experimente die Bereiche praktisch erkundet: CV-Methoden (2 Versuche), Mikroskopie (1 Versuch), Sensorik (1 Versuch). Die zweite Hälfte nutzt den Strom für die Elektrosynthese. Dabei werden die unterschiedlichen Zellgeometrien wie auch direkte und indirekte Methoden durchgeführt (3 x elektroorganische und 1 x materialwissenschaftliche Anwendung) 'Fundus aus dem Experimente stammen können: CV – Experimente (Reversibilität, Redoxpotential, Elektronenzahl, Potentiale, Strom-Spannungskurve bei Adsorption, Nachweis von Metallspuren); CV – Substanznachweis (z.B. Ascobinsäure), CV zur Gewinnung kinet. Daten, Mikroskopie polarisierter Oberflächen, Spektroelektrochemie, kathodische Umsetzung in geteilter Zelle, kathodische Synthesen in ungeteilten Zellen, bipolare Elektrodenanordnung (large scale), elektrochemisches Screening, medierte Prozesse, elektrochemische Bearbeitung, Metallabscheidung Anhand der Exkursion soll den Teilnehmern die Möglichkeiten der technischen Umsetzung des Gelernten in den industriellen Maßstab vermittelt werden.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Grundeinheit des Moduls Elektrochemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en) Vortrag			
	8.2. Modulprüfung siehe Grundeinheit			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum, bestandene Prüfung und Teilnahme an Exkursion			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jährlich			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. S. R. Waldvogel, Profs. A. Kühnle, H.-J. Butt, W. Tremel, E. Rentschler, R. Zentel, N.N.			
13.	Sonstige Informationen			

<b>Forschungsmodul Elektrochemie</b>				
Modul-Kennnummer (JOGU-StINe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	360 h	1 Semester	2./ 3. Semester	12 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) <i>Forschungspraktikum Elektrochemie</i></b> <b>b) <i>dazugehöriges Seminar</i></b>	21 SWS/ 220,5 h 1 SWS/ 10,5 h	109,5 h 19,5 h	11 LP 1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Forschungspraktikum in einem Arbeitskreis b) Seminar			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>eigenständig an einem Forschungsprojekt zu arbeiten,</li> <li>Experimenten selbständig zu planen, auszuarbeiten und umzusetzen,</li> <li>Experimente in parallel zu realisieren,</li> <li>Arbeitshypothesen aufzustellen und in Experimenten zu überprüfen,</li> <li>eigene Ergebnisse unter Berücksichtigung aktueller Literatur zu interpretieren und kritisch einzuordnen,</li> <li>wissenschaftlich zu arbeiten und die Ergebnisse nachhaltig zu dokumentieren,</li> <li>wissenschaftlichen Problemen und Misserfolgen umzugehen,</li> <li>in einem internationalen Team von Wissenschaftlern mitzuarbeiten,</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>ihre Forschungsergebnisse und Schlussfolgerungen zu präsentieren und in kritischen und ggf. kontroversen Diskussionen zu vertreten.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Aktuelles Forschungsprojekt mit Bezug zur Elektrochemie			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Grundeinheit des Moduls Elektrochemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. <i>Studienleistung(en)</i>			
	8.2. <i>Modulprüfung</i>			
	Protokoll, Vortrag: unbenotet			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum , Vortrag, Vorlage von Protokoll			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester, nach Vereinbarung			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. S. R. Waldvogel, Prof. Dr. A. Kühnle, Prof. Dr. H.-J. Butt, Prof. Dr. W. Tremel, Prof. Dr. E. Rentschler, Prof. Dr. R. Zentel			
13.	Sonstige Informationen			
	Praktikum muss entweder in den Arbeitskreisen der beteiligten hauptamtlich Lehrenden stattfinden oder bei externer Absolvierung nach Absprache mit dem Modulverantwortlichen.			

# Prüfungsmodul Elektrochemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	2./ 3. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Selbststudium</b>	-	120 h	4 LP
	<b>b) Seminar begleitend zum Selbststudium</b>	1 SWS / 10,5 h	49,5 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Selbststudium			
	b) Seminar zur Erweiterung von Schlüsselqualifikationen (Soft-Skills) für die Selbstlernphase sowie zur Begleitung und Kontrolle des Selbststudiums			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	<p>In dem Prüfungsmodul wird den Studierenden die Chance gegeben, sich – aufbauend auf bereits gelerntem – weitestgehend eigenständig einen umfassenden Überblick über das Fach Elektrochemie zu erarbeiten. Dies erfordert von den Studierenden ein hohes Maß an Organisation und Zeitmanagement, sowie die Fähigkeit, Zusammenhänge eigenständig zu erkennen, zu bewerten und in einen großen Kontext einzuordnen. Zu Beginn des begleitenden Seminars werden die für die Selbstlernphase erforderlichen Schlüsselqualifikationen (besonders Zeitmanagement und Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens) vertieft und erweitert. Weiterhin werden vom Dozenten die Lernziele und Kompetenzen formuliert und Hinweise auf die Fachliteratur gegeben. Danach präsentieren die Studierenden im Rahmen des Seminars eigenständig erarbeitetes Wissen und diskutieren unter Betreuung eines Dozenten den Inhalt und die Form der jeweiligen Kurzreferate.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte aus den verschiedenen Disziplinen der Elektrochemie in einem definierten Zeitfenster eigenständig und in Selbstorganisation zu erarbeiten und zu vertiefen.</li> <li>• elektrochemische Fragestellungen und Modelle kritisch zu beurteilen,</li> <li>• beherrschen die Bewertung und Analyse der aktuellen Literatur unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten,</li> <li>• sich eigenständig in ein Thema einzuarbeiten, die erarbeiteten Inhalte schlüssig zu präsentieren und in kritischen und ggf. kontroversen Diskussionen zu vertreten.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Themen aus:			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrodenreaktionen und –kinetik</li> <li>• Elektroanalytik</li> <li>• Elektrosynthese</li> <li>• Energiespeicherung</li> <li>• Elektrolyt und Elektrodenkunde</li> <li>• Moderne Anwendungen der Elektrochemie (z.B. Biologie, Galvanik, Mikrostrukturen, Kaskadenreaktionen, ...)</li> </ul>			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Grund- und Vertiefungseinheit des Moduls Elektrochemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls Elektrochemie			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min.)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestehen der Modulprüfung			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Nach Absprache			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Siegfried R. Waldvogel, Alle beteiligten Dozenten des Moduls Elektrochemie			
13.	Sonstige Informationen			
	Lehrbücher: Becker, Lund & Hammerich, Hamman & Vielstich, sowie Vorlesungsskripte zur Veranstaltung Elektrochemie			

## Modul KC 1: Einführung in die Kernchemie

Aufbauend auf dem chemischen und physikalischen Grundwissen des Bachelorstudienganges Chemie erwirbt der Studierende im Modul Kernchemie 1 spezielle Fachkenntnisse über die theoretischen und praktischen Grundlagen der Kern- und Radiochemie. Die Inhalte werden in Form einer Einführungsvorlesung und einer Spezialvorlesung auf dem Gebiet der Kernchemie (Grundeinheit) und in dem Kernchemischen Praktikum 1 (Vertiefungseinheit) erarbeitet, vertieft und praktisch umgesetzt. Dabei wird stets neu erworbenes Wissen in das vorhandene integriert.

### Grundeinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung Einführung in die Kernchemie</b>	2 SWS/ 21 h	69 h	3 LP
	<b>b) Übung zur Vorlesung Einführung in die Kernchemie</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
	<b>c) Spezialvorlesung aus dem erweiterten Lehrangebot des Instituts für Kernchemie</b>	2 SWS/21 h	39 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Vorlesung b) Übung c) Vorlesung			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>die Grundlagen der Kern- und Radiochemie wiederzugeben.</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>sich spezielle Themen der angewandten Kernchemie selbst zu erarbeiten, Zusammenhänge aufzuzeigen und wiederzugeben.</li> </ul>			
	c) Die Studierenden sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>auf einem Spezialgebiet der Kernchemie die wesentlichen Inhalte wiederzugeben und den Zusammenhang zu aktuellen Forschungsthemen herzustellen.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	a) Vorlesung Geschichte der Radioaktivität / Aufbau des Atoms und des Atomkerns: Masse und Bindungsenergie von Kernen, Nukleon-Nukleon-Wechselwirkung, Liquid-Drop Model, Schalenstruktur / Instabilität von Kernen und Transformations-Prinzipien / mathematische Beziehungen der Umwandlungen, Einheiten der Radioaktivität, natürliche Radionuklide / primäre Umwandlungen: $\beta$ -Umwandlung, $\alpha$ -Umwandlung, Cluster-Radioaktivität, Spontanspaltung / sekundäre Umwandlungen: elektromagnetische Übergänge, Conversions-Elektronen und Paarbildung / post-Effekte: Annihilation, Röntgenstrahlung, Auger-Elektronen / Kernreaktionen: Energetik, Wirkungsquerschnitt, Compoundkern, direkte Reaktionen, Hochenergiereaktionen, induzierte Spaltung			

## Grundeinheit

	<p>b) Übung In den Übungen werden einerseits Übungsaufgaben gerechnet, andererseits werden Referate zu frei wählbaren Themen gehalten, die die Inhalte der Vorlesung in den folgenden Bereichen ergänzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick Altersbestimmungen – Radiokarbonmethode und AMS</li> <li>• Elementarteilchen</li> <li>• Neutron: Historischer Nachweis und Eigenschaften</li> <li>• Elementarteilchen</li> <li>• Entdeckung der Kernspaltung</li> <li>• Neutrinos: solare (Gallex-Experiment) und atmosphärische (Superkamiokande)</li> <li>• Das Tracerprinzip (de Hevesy) und seine Anwendungen in Chemie und Medizin</li> <li>• Quantenphysik: Schrödingergleichung / Kastenmodelle</li> <li>• Neutronenaktivierungsanalyse</li> <li>• Überblick Teilchenbeschleuniger</li> <li>• Radionuklide in den Lebenswissenschaften</li> <li>• Biologische Strahlenwirkung</li> <li>• Messtechnik: <math>\beta</math>-Spektrometrie</li> <li>• Messtechnik: <math>\alpha</math>-Spektrometrie</li> <li>• Messtechnik: <math>\gamma</math>-Spektrometrie</li> <li>• Kernbrennstoffkreislauf: Urangewinnung und Brennelementeherstellung, Wiederaufarbeitung</li> <li>• Nuklearmedizinische Diagnostik A – PET</li> <li>• Nuklearmedizinische Diagnostik B – SPECT</li> <li>• Die Tschernobylkatastrophe – Damals und heute</li> <li>• Kernfusion</li> <li>• Radionuklidproduktion: <math>^{131}\text{I}</math> vs. <math>^{123}\text{I}</math> und <math>^{124}\text{I}</math> + Anwendungen (Therapie, SPECT, PET)</li> <li>• Radionuklidproduktion: <math>^{99\text{m}}\text{Tc}</math>: Spaltung und <math>(n,\gamma)</math> / Konsequenzen für den <math>^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}</math>-Generator</li> <li>• Aufbau und Funktionsweise: Leichtwasser-, Schwerwasser- und Hochtemperaturreaktoren</li> </ul> <p>c) Vorlesung Zu dem erweiterten Lehrangebot des Instituts für Kernchemie gehören beispielsweise folgende Spezialvorlesungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemie und Kernchemie der schwersten Elemente</li> <li>• Chemie der Actiniden</li> <li>• Spektroskopie der Actiniden</li> <li>• Fundamentale Experimente mit ultrakalten Neutronen</li> <li>• Radiopharmazeutische Chemie</li> </ul>
5.	Verwendbarkeit des Moduls M. Sc. Chemie
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme
7.	Zugangsvoraussetzung(en) Keine
8.	Prüfungsformen <i>8.1. Studienleistung(en)</i> b) Kurzreferat c) Kurzreferat in einer Gruppe von 2-3 Studierenden (ca. 15 min) <i>8.2. Modulprüfung</i> Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Klausur oder mündliche Prüfung
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 6/96
11.	Häufigkeit des Angebots a) Jedes Semester b) Jedes Semester c) Jedes Semester stehen mindestens zwei Spezialvorlesungen des erweiterten Lehrangebots zur Auswahl.
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. T. Reich, Prof. Dr. F. Rösch, Prof. Dr. Ch. E. Düllmann
13.	Sonstige Informationen Literatur: A. Vértes, S. Nagy, Z. Klencsár, R. G. Lovas, F. Rösch (Eds.), Handbook of Nuclear Chemistry, Springer, 2011

## Vertiefungseinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1./ 2. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen <b>Kernchemisches Praktikum 1</b>	Kontaktzeit 5 SWS/ 52,5 h	Selbststudium 127,5 h	Leistungspunkte 6 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen Praktikum			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>mit offenen Radioaktivitäten umzugehen und verschiedene Radioelemente mit Hilfe der Messtechniken für radioaktive Strahlung zu analysieren und die Grundlagen der Dosimetrie und des praktischen Strahlenschutzes zu beschreiben,</li> <li>unter Anwendung eines effektiven Zeit- und Ressourcenmanagements innerhalb eines bestimmten Zeitraumes Arbeitsabläufe eigenverantwortlich zu planen und durchzuführen,</li> <li>sich in Kleingruppen zu organisieren und effektiv zusammenzuarbeiten.</li> </ul>			
4.	Inhalte Herstellung und Umgang mit radioaktiven Präparaten, Messung von Alpha-, Beta-, Gammastrahlung, Mutter-Tochter-Gleichgewicht, Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Gamma-Spektroskopie, Dosimetrie und Strahlenschutz, Grundlagen der Positronen-Emissions-Tomographie, Kernreaktionen mit Neutronen, Nachweis der Kernspaltung, Anwendung von Radioisotopen, chemisches Verhalten von Neptunium.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en) Grundeinheit des Moduls KC 1			
8.	Prüfungsformen 8.1. Studienleistung(en) Kolloquium 8.2. Modulprüfung siehe Grundeinheit			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum und bestandenes Abschlusskolloquium			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots Jedes Semester			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. T. Reich, Prof. Dr. Ch. E. Düllmann, Prof. Dr. F. Rösch			
13.	Sonstige Informationen Literatur: P. Hoffmann, K. H. Lieser, Methoden der Kern- und Radiochemie, VCH 1991; W. Stolz, Radioaktivität, Teubner 2005; H.-G. Vogt, H. Schultz, Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes, Hanser 2011 Sprache: Deutsch			

## Modul KC 2a: Moderne Methoden und Anwendungen der Kern- und Radiochemie

Aufbauend auf bereits gelernten kernchemischen Inhalten und Arbeitstechniken erwirbt der Studierende im Modul KC 2a: Moderne Methoden und Anwendungen der Kern- und Radiochemie spezielle Fachkenntnisse im Gebiet Kernchemie und angrenzender Gebiete wie der Anorganischen Chemie. Die Inhalte werden in Form der Vorlesungen Moderne Methoden und Anwendungen und einer Spezialvorlesung (Grundeinheit) und in einem weiterführenden Praktikum (Vertiefungseinheit) erarbeitet, vertieft und praktisch umgesetzt. Dabei wird stets neu erworbenes Wissen in das vorhandene integriert.

### Grundeinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung <i>Moderne Methoden und Anwendungen der Kern- u. Radiochemie</i></b>	2 SWS/ 21 h	69 h	3 LP
	<b>b) Übung zur Vorlesung <i>Moderne Methoden und Anwendungen der Kern- und Radiochemie</i></b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
	<b>c) Spezialvorlesung aus dem erweiterten Lehrangebot des Instituts für Kernchemie</b>	2 SWS/ 21 h	39 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Vorlesung b) Übung c) Spezialvorlesung			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a), b) Die Studierenden sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>die wichtige Methoden und Anwendungen moderner Kern- und Radiochemie wiederzugeben,</li> </ul> c) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>auf einem Spezialgebiet der Kernchemie die wesentlichen Inhalte wiederzugeben und den Zusammenhang zu aktuellen Forschungsthemen herzustellen.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	a) Vorlesung: <ul style="list-style-type: none"> <li>Als moderne Methoden und Anwendungen der Kern- und Radiochemie werden folgende Gebiete behandelt: Radioaktivität in den Lebenswissenschaften, Kernbrennstoffkreislauf und Umweltverhalten der Actiniden, Synthese und Chemie der Transactiniden, Strahlungsmessungen, Altersbestimmungen</li> </ul> b) Übung: <ul style="list-style-type: none"> <li>In den Übungen wird der Stoff der Vorlesung „Moderne Methoden und Anwendungen der Kern- und Radiochemie“ durch Übungsaufgaben und Kurzreferate vertieft.</li> </ul> c) Vorlesung: <p>Zu dem erweiterten Lehrangebot des Instituts für Kernchemie gehören beispielsweise folgende Spezialvorlesungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chemie und Kernchemie der schwersten Elemente</li> <li>Chemie der Actiniden</li> <li>Spektroskopie der Actiniden</li> <li>Fundamentale Experimente mit ultrakalten Neutronen</li> <li>Radiopharmazeutische Chemie</li> </ul>			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundlagen der Kern- und Radiochemie im Umfang von 6 LP oder vergleichbare Kompetenzen			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	c) Kurzreferat in einer Gruppe von 2-3 Studierenden (ca. 15 min)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			

## Grundeinheit

9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Klausur oder mündliche Prüfung
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 6/96
11.	Häufigkeit des Angebots a) Jedes Semester b) Jedes Semester c) Jedes Semester stehen mindestens zwei Spezialvorlesungen des erweiterten Lehrangebots zur Auswahl.
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. T. Reich, Prof. Dr. Ch. E. Düllmann, Prof. Dr. F. Rösch
13.	Sonstige Informationen Literatur: A. Vértes, S. Nagy, Z. Klencsár, R. G. Lovas, F. Rösch (Eds.), Handbook of Nuclear Chemistry, Springer, 2011 Sprache: Deutsch

## Vertiefungseinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1./ 2. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>Kernchemisches Praktikum 1</b>	5 SWS/ 52,5 h	127,5 h	6 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen Praktikum			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit offenen Radioaktivitäten umzugehen und verschiedene Radioelemente mit Hilfe der Messtechniken für radioaktive Strahlung zu analysieren und die Grundlagen der Dosimetrie und des praktischen Strahlenschutzes zu beschreiben,</li> <li>• unter Anwendung eines effektiven Zeit- und Ressourcenmanagements innerhalb eines bestimmten Zeitraumes Arbeitsabläufe eigenverantwortlich zu planen und durchzuführen,</li> <li>• sich in Kleingruppen zu organisieren und effektiv zusammenzuarbeiten.</li> </ul>			
4.	Inhalte Herstellung und Umgang mit radioaktiven Präparaten, Messung von Alpha-, Beta-, Gammastrahlung, Mutter-Tochter-Gleichgewicht, Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Gamma-Spektroskopie, Dosimetrie und Strahlenschutz, Grundlagen der Positronen-Emissions-Tomographie, Kernreaktionen mit Neutronen, Nachweis der Kernspaltung, Anwendung von Radioisotopen, chemisches Verhalten von Neptunium.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en) Grundeinheit des Moduls KC 2a			
8.	Prüfungsformen 8.1. Studienleistung(en) Kolloquium 8.2. Modulprüfung siehe Grundeinheit			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum und bestandenes Abschlusskolloquium			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 9/96			
11.	Häufigkeit des Angebots Jedes Semester			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende <u>Prof. Dr. T. Reich</u> , Prof. Dr. Ch. E. Düllmann, Prof. Dr. F. Rösch			
13.	Sonstige Informationen Literatur: P. Hoffmann, K. H. Lieser, Methoden der Kern- und Radiochemie, VCH 1991; W. Stolz, Radioaktivität, Teubner 2005; H.-G. Vogt, H. Schultz, Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes, Hanser 2011; A. Vértes, S. Nagy, Z. Klencsár, R. G. Lovas, F. Rösch (Eds.), Handbook of Nuclear Chemistry, Springer, 2011 Sprache: Deutsch			

## Modul KC 2b: Moderne Methoden und Anwendungen der Kern- und Radiochemie

Aufbauend auf bereits gelernten kernchemischen Inhalten und Arbeitstechniken erwirbt der Studierende im Modul KC 2b: Moderne Methoden und Anwendungen der Kern- und Radiochemie spezielle Fachkenntnisse im Gebiet Kernchemie und angrenzender Gebiete wie der Anorganischen Chemie. Die Inhalte werden in Form der Vorlesungen Moderne Methoden und Anwendungen und einer Spezialvorlesung (Grundeinheit) und in einem weiterführenden Praktikum (Vertiefungseinheit) erarbeitet, vertieft und praktisch umgesetzt. Dabei wird stets neu erworbenes Wissen in das vorhandene integriert.

### Grundeinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung <i>Moderne Methoden und Anwendungen der Kern- u. Radiochemie</i></b>	2 SWS/ 21 h	69 h	3 LP
	<b>b) Übung zur Vorlesung <i>Moderne Methoden und Anwendungen der Kern- und Radiochemie</i></b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
	<b>c) Spezialvorlesung aus dem erweiterten Lehrangebot des Instituts für Kernchemie</b>	2 SWS/ 21 h	39 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Vorlesung b) Übung c) Spezialvorlesung			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a), b) Die Studierenden sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>die wichtige Methoden und Anwendungen moderner Kern- und Radiochemie wiederzugeben,</li> </ul> c) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>auf einem Spezialgebiet der Kernchemie die wesentlichen Inhalte wiederzugeben und den Zusammenhang zu aktuellen Forschungsthemen herzustellen.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	a) Vorlesung: <ul style="list-style-type: none"> <li>Als moderne Methoden und Anwendungen der Kern- und Radiochemie werden folgende Gebiete behandelt: Radioaktivität in den Lebenswissenschaften, Kernbrennstoffkreislauf und Umweltverhalten der Actiniden, Synthese und Chemie der Transactiniden, Strahlungsmessungen, Altersbestimmungen</li> </ul> b) Übung: <ul style="list-style-type: none"> <li>In den Übungen wird der Stoff der Vorlesung „Moderne Methoden und Anwendungen der Kern- und Radiochemie“ durch Übungsaufgaben und Kurzreferate vertieft.</li> </ul> c) Vorlesung: <p>Zu dem erweiterten Lehrangebot des Instituts für Kernchemie gehören beispielsweise folgende Spezialvorlesungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chemie und Kernchemie der schwersten Elemente</li> <li>Chemie der Actiniden</li> <li>Spektroskopie der Actiniden</li> <li>Fundamentale Experimente mit ultrakalten Neutronen</li> <li>Radiopharmazeutische Chemie</li> </ul>			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundlagen der Kern- und Radiochemie im Umfang von 6 LP oder vergleichbare Kompetenzen			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	c) Kurzreferat in einer Gruppe von 2-3 Studierenden (ca. 15 min)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			

## Grundeinheit

9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten Bestandene Klausur oder mündliche Prüfung
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 6/96
11.	Häufigkeit des Angebots a) Jedes Semester b) Jedes Semester c) Jedes Semester stehen mindestens zwei Spezialvorlesungen des erweiterten Lehrangebots zur Auswahl.
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. T. Reich, Prof. Dr. Ch. E. Düllmann, Prof. Dr. F. Rösch
13.	Sonstige Informationen Literatur: A. Vértes, S. Nagy, Z. Klencsár, R. G. Lovas, F. Rösch (Eds.), Handbook of Nuclear Chemistry, Springer, 2011 Sprache: Deutsch

## Vertiefungseinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1./ 2. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen <b>Reaktorpraktikum</b>	Kontaktzeit 5 SWS/ 52,5 h	Selbststudium 127,5 h	Leistungspunkte 6 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen Praktikum			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen Die Studierenden erhalten am Forschungsreaktor TRIGA Mainz eine Einführung in Reaktorphysik und Reaktortechnik sowie den Strahlenschutz. In den praktischen Übungen werden die typischen Vorgänge beim Betrieb des TRIGA Mainz behandelt sowie Experimente am Reaktor durchgeführt. Die Studierenden lernen in den Vertiefungsmodulen ein effektives Zeit- und Ressourcenmanagement, indem sie Arbeitsabläufe eigenverantwortlich planen und in einem definierten Zeitfenster realisieren. Zur Vorbereitung der vorgegebenen Versuche erfolgt die Bewertung und Analyse der aktuellen Literatur unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten. Die Studierenden erlernen die notwendigen Fähigkeiten zur Selbstorganisation, die eine parallele Realisierung von Experimenten ermöglicht. Da einige Versuche in Kleingruppen durchgeführt werden, lernen die Studierenden schnell, Arbeitsabläufe als Team zu planen und umzusetzen.			
4.	Inhalte Die praktischen Übungen zur Reaktortechnik und -physik umfassen: Anfahrprüfliste, Abschaltprüfliste, Steuerstabkalibrierung, Brennelementmessung, Leistungsregelung, Messungen am Strahlrohr, Messungen der Überschussreaktivität. Bezüglich der Nutzung des Reaktors als starke Neutronenquelle werden Versuche zur Neutronenaktivierungsanalyse, der Chemie mit Homologen der superschweren Elemente, zur chemischen Speziation von Schwermetallen sowie mit Nuklidgeneratoren durchgeführt.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en) Grundeinheit des Moduls KC 2b und praktische Erfahrungen im Umgang mit radioaktiven Stoffen und radioanalytischer Messtechnik im Umfang von 6 LP oder vergleichbare Kompetenzen.			
8.	Prüfungsformen 8.1. Studienleistung(en) Kolloquium 8.2. Modulprüfung siehe Grundeinheit			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum und bestandenes Abschlusskolloquium			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 9/96			
11.	Häufigkeit des Angebots Jedes Semester			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. T. Reich, Prof. Dr. Ch. E. Düllmann, Prof. Dr. F. Rösch, Dr. K. Eberhardt, Dr. H. Keller			
13.	Sonstige Informationen Literatur: Praktikumsskript Sprache: Deutsch			

## Forschungsmodul Kernchemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	360 h	1 Semester	2. / 3. Semester	12 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Forschungspraktikum Kernchemisches Praktikum II</b>	21 SWS/ 220,5 h	109,5 h	11 LP
	<b>b) dazugehöriges Seminar</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Praktikum b) Seminar			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	<p>a) Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>forschungsnahe Projekte selbständig zu erarbeiten, durchzuführen, zu dokumentieren und zu präsentieren,</li> <li>ihr theoretisches und praktisches Fach- und Methodenwissen forschungsorientiert und zielführend in ein Forschungsprojekt einzubringen,</li> <li>aktuelle Primär- und Sekundärliteratur (englisch und deutsch) mit Bezug zum Projekt zu recherchieren und zu evaluieren,</li> <li>bei auftretenden Misserfolgen oder Fehlschlägen Alternativen zu erarbeiten,</li> <li>in einem wissenschaftlichen (ggf. internationalen) Team mitzuwirken,</li> <li>die Ergebnisse der Forschungsarbeit reproduzierbar und nach wissenschaftlichen Standards zu protokollieren und zu dokumentieren.</li> </ul> <p>b) Die Studierenden sind in Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>im Rahmen der Mitarbeiterseminare aktuelle Forschungsthemen zu verstehen, einzuordnen, Kernaussagen wiederzugeben und zu übertragen,</li> <li>ihr eigenes Projekt in einem größeren Zusammenhang wissenschaftlich zu präsentieren und einer kritischen Diskussion zu stellen.</li> </ul> <p>Das Forschungsmodul kann der Themenfindung und Vorbereitung auf die Masterarbeit dienen.</p>			
4.	Inhalte			
	Das Kernchemische Praktikum II ist forschungsorientiert. Die angebotenen Themen richten sich nach der aktuellen Situation in den Arbeitsgruppen des Instituts für Kernchemie.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grund- und Vertiefungseinheit des Moduls KC 1 oder des Moduls KC 2a bzw. KC 2b			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Protokoll, Vortrag: unbenotet			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Ch. E. Düllmann, Prof. Dr. T. Reich, Prof. Dr. F. Rösch.			
13.	Sonstige Informationen			
	Literatur: wird durch die AKs zur Verfügung gestellt. Sprache: Deutsch			

# Prüfungsmodul Kernchemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	2./ 3. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Selbststudium</b>	-	120 h	4 LP
	<b>b) Seminar begleitend zum Selbststudium</b>	1 SWS / 10,5 h	49,5 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Selbststudium			
	b) Seminar zur Erweiterung von Schlüsselqualifikationen (Soft-Skills) für die Selbstlernphase sowie zur Begleitung und Kontrolle des Selbststudiums			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	<p>In dem Prüfungsmodul wird den Studierenden die Chance gegeben, sich – aufbauend auf bereits gelerntem – weitestgehend eigenständig einen umfassenden Überblick über das Fach Kernchemie zu erarbeiten. Dies erfordert von den Studierenden ein hohes Maß an Organisation und Zeitmanagement, sowie die Fähigkeit, Zusammenhänge eigenständig zu erkennen, zu bewerten und in einen großen Kontext einzuordnen. Zu Beginn des begleitenden Seminars werden die für die Selbstlernphase erforderlichen Schlüsselqualifikationen (besonders Zeitmanagement und Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens) vertieft und erweitert. Weiterhin werden vom Dozenten die Lernziele und Kompetenzen formuliert und Hinweise auf die Fachliteratur gegeben. Danach präsentieren die Studierenden im Rahmen des Seminars eigenständig erarbeitetes Wissen und diskutieren unter Betreuung eines Dozenten den Inhalt und die Form der jeweiligen Kurzreferate.</p> <p>Aufbauend auf bereits Gelerntem werden neue Inhalte in einen großen Kontext eingeordnet. Die Studierenden erwerben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einen aktuellen Überblick über aktuelle Inhalte und Prinzipien der Kern- und Radiochemie und über kernchemische Arbeitstechniken (einschließlich angrenzender Gebiete, wie der Kernphysik, Reaktorphysik und der Radiopharmazie).</li> <li>• ein Bewusstsein für die Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten.</li> </ul> <p>Die Studierenden sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte der Kern- und Radiochemie eigenständig zu erarbeiten und zu vertiefen,</li> <li>• übergeordnete Prinzipien der Kern- und Radiochemie selbständig zu erkennen, zu benennen und zu erklären,</li> <li>• kernchemische Fragestellungen und Modelle kritisch zu beurteilen,</li> <li>• Methoden und Verfahren oder sachkundige Verwendung von Materialien und Arbeitsmitteln klar zu beschreiben und kritisch zu diskutieren,</li> <li>• das erworbene Fachwissen in einem Team zusammenzufassen und zu präsentieren.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Moderne Methoden und Anwendungen der Kern- und Radiochemie auf den Gebieten Lebenswissenschaften, Kernbrennstoffkreislauf, Umweltverhalten der Actiniden, Synthese und Chemie der Transactiniden, Strahlungsmessungen und Altersbestimmungen sowie Kenntnisse über aktuelle Forschungsarbeiten auf den Gebieten Chemie und Kernchemie der schwersten Elemente, der Chemie und Spektroskopie der Actiniden, und Präzisionsexperimente am Forschungsreaktor TRIGA Mainz.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Grundeinheit des Moduls KC 2a bzw. KC 2b			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls KC 1 oder KC 2a bzw. KC 2b			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min.)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestandende Modulprüfung.			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	9/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester, nach Absprache			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Tobias Reich / Prof. Dr. Ch. E. Düllmann, Prof. Dr. F. Rösch			

## Prüfungsmodul Kernchemie

13. Sonstige Informationen

Aktuelle Lehrbücher und Monografien der Kern- und Radiochemie

## Modul NC: Nanochemie

Aufbauend auf dem chemischen und physikalischen Grundwissen des Bachelorstudienganges erwirbt der Studierende im Modul Nanochemie spezielle Fachkenntnisse über die theoretischen und praktischen Grundlagen der Nanochemie und angrenzender Gebiete wie der Kolloidchemie. Die Inhalte werden in Form von zwei wählbaren Vorlesungen (Grundeinheit) und in einem weiterführenden Praktikum mit Seminar sowie einer weiteren Vorlesung (Vertiefungseinheit) erarbeitet, vertieft und praktisch umgesetzt. Dabei wird stets neu erworbenes Wissen in das vorhandene integriert.

### Grundeinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1-2 Semester	1./ 2. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) 2 Vorlesungen wählbar aus den folgenden Vorlesungen: Biophysikalische Chemie, Nanochemie 2 und Kolloidchemie</b>	4 SWS/ 42 h	78 h	4 LP
	<b>b) Übungen zu den zwei Vorlesungen</b>	2 SWS/ 21 h	39 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Vorlesung b) Übung			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>die Inhalte der Vorlesungen wiederzugeben.</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>sich einzelne Bereiche aus dem Themengebiet der Vorlesungen selbst zu erarbeiten, Zusammenhänge aufzustellen und wiederzugeben.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	a) Nanochemie: Herstellung von Nanostrukturen, Synthese, Charakterisierungsmethoden für Nanostrukturen (u.a. SPR, SERS, CARS, Lichtstreuung, Massenspektroskopie), Physikalische und Chemische Phänomene auf der Nanometer Skala (u.a. Kräfte zwischen Nanopartikeln, Plasmonen, Quantenpunkte), Anwendungen im Bereich Medizin, Mikrobiologie und Biochemie. Kolloidchemie: Grenzflächen- und Kolloidchemie, strukturierte Nanopartikel, Mikrogele, (Grundlagen und Herstellung), funktionelle Nanopartikel mit unterschiedlichen Eigenschaften für verschiedene Anwendungen, Charakterisierung			
	b) In den Übungen werden Übungsaufgaben zu den Themen der Vorlesung gerechnet und besprochen.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, M. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	2 Modulteilprüfungen, bestehend aus einer Klausur zur gewählten Vorlesung (jeweils 60 min) oder mündliche Prüfung (30 min), Wichtung 50% pro Modulteilprüfung			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Aktive Teilnahme an Übungen, Bestandene Abschlussklausuren oder mündliche Prüfung			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Vorlesung Nanochemie 1: jährlich (Sommersemester) , Vorlesung Nanochemie 2: jährlich (Wintersemester), Vorlesung Kolloidchemie: jährlich (Sommersemester).			

## Grundeinheit

12. Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende  
Prof. Dr. Carsten Sönnichsen, Prof. Dr. Katharina Landfester

13. Sonstige Informationen

## Vertiefungseinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1./ 2. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) <i>Praktikum Nanochemie</i></b>	4 SWS/42 h	78 h	5 LP
	<b>b) <i>Seminar Aktuelle Themen der Nanobiotechnologie I oder II</i></b>	1 SWS/10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Praktikum b) Seminar			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit moderne Untersuchungsmethoden der Nanochemie umzugehen und praktisch anzuwenden,</li> <li>• aktuelle Themen der Nanobiotechnologie wiederzugeben,</li> <li>• spezielle Themen der Nanochemie wiederzugeben.</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• unter Anwendung eines effektiven Zeit- und Ressourcenmanagements, innerhalb eines bestimmten Zeitraumes Arbeitsabläufe eigenverantwortlich zu planen und durchzuführen.</li> <li>• sich in Kleingruppen zu organisieren und zusammenzuarbeiten.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	a) Die Studierenden führen in Kleingruppen Versuche zu verschiedenen Themen der Nanochemie durch. Themen sind unter anderem: Durchführung von Synthesen, Funktionalisierungen und Charaktarisierungen von komplexen Nanopartikeln; Mikrogele, moderne Analysemethoden der Nanochemie			
	b) Im Seminar werden aktuelle Themen des Nanobiotechnologie vorgestellt und kritisch diskutiert.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, M. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Grundeinheit des Moduls Nanochemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. <i>Studienleistung(en)</i>			
	8.2. <i>Modulprüfung</i>			
	siehe Grundeinheit			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum, aktive Teilnahme am Seminar			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	jährlich (Sommersemester)			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Carsten Sönnichsen (MB), Prof. Dr. Katharina Landfester			
13.	Sonstige Informationen			

## Forschungsmodul Nanochemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	360 h	1 Semester	2./ 3. Semester	12 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Forschungspraktikum Nanochemie</b>	21 SWS/ 220,5 h	109,5 h	11 LP
	<b>b) dazugehöriges Seminar</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Forschungspraktikum in einem Arbeitskreis			
	b) Seminar			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden sind in der Lage,			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• forschungsnahe Projekte selbständig zu erarbeiten, durchzuführen, zu dokumentieren und zu präsentieren,</li> <li>• ihr theoretisches und praktisches Fach- und Methodenwissen forschungsorientiert und zielführend in ein Forschungsprojekt einzubringen,</li> <li>• aktuelle Primär- und Sekundärliteratur (englisch und deutsch) mit Bezug zum Projekt zu recherchieren und zu evaluieren,</li> <li>• bei auftretenden Misserfolgen oder Fehlschlägen Alternativen zu erarbeiten,</li> <li>• in einem wissenschaftlichen (ggf. internationalen) Team mitzuwirken,</li> <li>• die Ergebnisse der Forschungsarbeit reproduzierbar und nach wissenschaftlichen Standards zu protokollieren und zu dokumentieren.</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in Lage,			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• im Rahmen der Mitarbeiterseminare aktuelle Forschungsthemen zu verstehen, einzuordnen, Kernaussagen wiederzugeben und zu übertragen,</li> <li>• ihr eigenes Projekt in einem größeren Zusammenhang wissenschaftlich zu präsentieren und einer kritischen Diskussion zu stellen.</li> </ul>			
	Das Forschungsmodul kann der Themenfindung und Vorbereitung auf die Masterarbeit dienen.			
4.	Inhalte			
	Aktuelles Forschungsprojekt mit Bezug zur Nanochemie			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, M. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Grund- und Vertiefungseinheit des Moduls Nanochemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Zu a): Protokoll (unbenotet), zu b): Vortrag (unbenotet)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester, nach Absprache			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Carsten Sönnichsen, Prof. Dr. Katharina Landfester			
13.	Sonstige Informationen			
	Das Forschungspraktikum findet in den Arbeitskreisen der beteiligten hauptamtlich Lehrenden statt.			

# Prüfungsmodul Nanochemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	2./ 3. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Selbststudium</b>	-	120 h	4 LP
	<b>b) Seminar begleitend zum Selbststudium</b>	1 SWS / 10,5 h	49,5 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Selbststudium			
	b) Seminar zur Erweiterung von Schlüsselqualifikationen (Soft-Skills) für die Selbstlernphase sowie zur Begleitung und Kontrolle des Selbststudiums			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	<p>In dem Prüfungsmodul wird den Studierenden die Chance gegeben, sich – aufbauend auf bereits gelerntem – weitestgehend eigenständig einen umfassenden Überblick über das Fach Nanochemie zu erarbeiten. Dies erfordert von den Studierenden ein hohes Maß an Organisation und Zeitmanagement, sowie die Fähigkeit, Zusammenhänge eigenständig zu erkennen, zu bewerten und in einen großen Kontext einzuordnen. Zu Beginn des begleitenden Seminars werden die für die Selbstlernphase erforderlichen Schlüsselqualifikationen (besonders Zeitmanagement und Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens) vertieft und erweitert. Weiterhin werden vom Dozenten die Lernziele und Kompetenzen formuliert und Hinweise auf die Fachliteratur gegeben. Danach präsentieren die Studierenden im Rahmen des Seminars eigenständig erarbeitetes Wissen und diskutieren unter Betreuung eines Dozenten den Inhalt und die Form der jeweiligen Kurzreferate.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte und Prinzipien der Nanochemie eigenständig zu erarbeiten und zu vertiefen,</li> <li>• übergeordnete Prinzipien der Nanochemie selbständig zu erkennen, zu benennen und zu erklären,</li> <li>• Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten aufzuzeigen,</li> <li>• nanochemische Fragestellungen und Modelle kritisch zu beurteilen.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Themen aus:			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellungsverfahren von Nanopartikeln</li> <li>• Charakterisierungsverfahren</li> <li>• Kräfte zwischen Nanopartikeln</li> <li>• Stabilisierungsmechanismen</li> <li>• Physikalische Eigenschaften (Quantenpunkte, Plasmonen)</li> <li>• Moderne und aktuelle Themen der Nanochemie</li> </ul>			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, M. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Vertiefungseinheit des Moduls Nanochemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls Nanochemie			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min.)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestehen der Modulprüfung			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester, nach Absprache			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Carsten Sönnichsen, Prof. Dr. Katharina Landfester			
13.	Sonstige Informationen			

## Modul OC: Organische Chemie

Aufbauend auf bereits gelernten organisch-chemischen Inhalten und Arbeitstechniken erwirbt der Studierende im Modul OC: Organische Chemie spezielle Fachkenntnisse bzgl. der Herstellung und den Eigenschaften von komplexen organischen Molekülen, welche u.a. Bedeutung als Wirkstoffe haben. Die Inhalte werden in Form der Vorlesungen OC 4 und OC 5 mit begleitenden Übungen (Grundeinheit) vermittelt und vertieft und in einem Praktikum (Vertiefungseinheit) praktisch umgesetzt.

### Grundeinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StINe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung Organische Chemie 4 (Aromaten/Heterocyclen)</b>	2 SWS/ 21 h	39 h	2 LP
	<b>b) Übungen zur Vorlesung Organische Chemie 4</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
	<b>c) Vorlesung Organische Chemie 5 (Naturstoffe)</b>	2 SWS/ 21 h	39 h	2 LP
	<b>d) Übungen zur Vorlesung Organische Chemie 5</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a), c) Vorlesung b), d) Übung			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertiefendes Fachwissen aus dem Bereich der Aromaten- und Heterocyclenchemie (a) bzw. der Naturstoffchemie (c) wiederzugeben, moderne Konzepte und Methoden aus diesen Bereichen zu beschreiben und hinsichtlich ihrer Bedeutung einzuordnen,</li> <li>• Inhalte eigenständig zu erarbeiten und zu vertiefen.</li> <li>• Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten innerhalb des Faches und mit verwandten Fachgebieten herzustellen,</li> <li>• die gelernten Vorlesungsinhalte auf unbekannte Aufgabenstellungen zu übertragen,</li> <li>• Probleme bei der Entwicklung von Synthesestrategien und bei der Beantwortung komplexer Fragestellungen zu identifizieren, selbstständig Lösungsmöglichkeiten durch Verknüpfung des erworbenen Wissens mit eigenen Ideen zu erarbeiten und kritisch zu beurteilen,</li> <li>• ihre Ergebnisse verständlich und in wissenschaftlich korrekter Terminologie zu präsentieren und in Diskussionen zu verteidigen,</li> <li>• die erarbeiteten Lösungsstrategien kritisch zu hinterfragen und zu bewerten.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	a), b): Aromatizität (Kriterien), systematische Behandlung der Annulene, nichtalternierende Systeme, PAK, Herstellungsmethoden und Eigenschaften ausgewählter Systeme, Einteilung und Nomenklaturen der Heterocyclen, physikalische Eigenschaften (Löslichkeit, pKs, Dipolmomente, ...), systematische Behandlung der kleinen Ringe mit bis zwei Heteroatomen, mittlere Ringe mit bis zu vier Heteroatomen, Sieben- und Achtringe in dem Vorkommen und Herstellung sowie spezifischer Reaktivität. Anwendung als Wirkstoffe und in der Materialwissenschaft.			
	c), d): Naturstoffklassen: Nucleoside, Nucleotide und Nucleinsäuren, Aminosäuren, Peptide und Proteine, Terpene und Steroide, Lipide und Eicosanoide, Polyketide, Kohlenhydrate, biogene Amine und Alkaloide, stickstoffhaltige Cofaktoren von Proteinen. Synthese und Biosynthese sowie Analyse von Naturstoffen.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, M. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			

## Grundeinheit

	Bestandene Klausur oder mündliche Prüfung
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 6/96
11.	Häufigkeit des Angebots jedes Semester
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Siegfried R. Waldvogel, Prof. Dr. Till Opatz, Prof. Dr. Heiner Detert
13.	Sonstige Informationen. Literatur: Nuhn: Naturstoffchemie, Habermehl/Hamann/Krebs/Ternes: Naturstoffchemie Gilchrist: Heterocyclenchemie, Joule/Mills: Heterocyclic Chemistry, Brückner: Reaktionsmechanismen

## Vertiefungseinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1./ 2. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>Fortgeschrittenenpraktikum Organische Chemie 2</b>	10 SWS/ 105 h	75 h	6 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	Praktikum			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	Die Vertiefungseinheit dient der individuellen Spezialisierung und persönlichen Profilbildung zur Vorbereitung auf spätere selbstständige Forschung. Die Studierenden sind in der Lage,			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selbständig an forschungsnahen Themen der präparativen Organischen Chemie zu arbeiten,</li> <li>• ihre präparativen eigenständig zu entwickeln Fähigkeiten,</li> <li>• die Resultate eigenständiger Literaturrecherchen zu analysieren.</li> <li>• ihre methodischen Kenntnisse durch Implementieren neuer apparativer und analytischer Verfahren zu erweitern,</li> <li>• ihre Experimente auszuarbeiten, zu planen und diese selbständig umzusetzen,</li> <li>• mit den Betreuern die Durchführung der Experimente zu debattieren und diese zu korrigieren,</li> <li>• beim Umgang mit wissenschaftlichen Problemen Lösungen zu erarbeiten,</li> <li>• die Sicherheitsaspekte der Chemikalien und Experimente zu beurteilen und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen,</li> <li>• ihre Englisch-Sprachenkompetenz durch englischsprachige Fachliteratur und Betreuer zu erweitern,</li> <li>• die Aufgaben in einem Team gemeinsam zu planen und Vorarbeiten durchzuführen,</li> <li>• verantwortungsbewusst in einem Team zu arbeiten und mit Gefahrstoffen umzugehen,</li> <li>• anhand von theoretischen Kenntnissen durch Fachliteratur die experimentellen Ergebnisse zu analysieren und zu korrigieren,</li> <li>• die Experimente zu beurteilen und zu optimieren.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Anfertigung von 3-4 forschungsnahen Präparaten zu 2-5 Stufen, insgesamt 8-12 Stufen. Die Präparatevorschriften werden z. B. aus aktuellen chemischen Journalen oder Organic Syntheses entnommen.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, M. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Grundeinheit des Moduls Organische Chemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	siehe Grundeinheit			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Aktive und erfolgreiche Teilnahme am Praktikum, Protokoll			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Siegfried R. Waldvogel, Prof. Dr. Till Opatz, Prof. Dr. Heiner Detert			
13.	Sonstige Informationen			
	Literatur: Organic Syntheses, Organic Reactions, Houben-Weyl			

## Forschungsmodul Organische Chemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (wöakload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	360 h	1 Semester	2. / 3. Semester	12 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Forschungspraktikum Organische Chemie</b>	21 SWS/ 220,5 h	109,5 h	11 LP
	<b>b) dazugehöriges Seminar</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Praktikum b) Seminar			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>forschungsnahe Projekte selbständig zu erarbeiten, durchzuführen, zu dokumentieren und zu präsentieren,</li> <li>ihr theoretisches und praktisches Fach- und Methodenwissen forschungsorientiert und zielführend in ein Forschungsprojekt einzubringen,</li> <li>aktuelle Primär- und Sekundärliteratur (englisch und deutsch) mit Bezug zum Projekt zu recherchieren und zu evaluieren,</li> <li>bei auftretenden Misserfolgen oder Fehlschlägen Alternativen zu erarbeiten,</li> <li>in einem wissenschaftlichen (ggf. internationalen) Team mitzuwirken,</li> <li>die Ergebnisse der Forschungsarbeit reproduzierbar und nach wissenschaftlichen Standards zu protokollieren und zu dokumentieren.</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>im Rahmen der Mitarbeiterseminare aktuelle Forschungsthemen zu verstehen, einzuordnen, Kernaussagen wiederzugeben und zu übertragen,</li> <li>ihr eigenes Projekt in einem größeren Zusammenhang wissenschaftlich zu präsentieren und einer kritischen Diskussion zu stellen.</li> </ul>			
	Das Forschungsmodul kann der Themenfindung und Vorbereitung auf die Masterarbeit dienen.			
4.	Inhalte			
	Praktikumsthemen werden von den Arbeitsgruppenleitern nach aktuellen Erfordernissen gestellt			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, M. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Grundeinheit des Moduls Organische Chemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Vertiefungseinheit des Moduls Organische Chemie			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Protokoll, Vortrag: unbenotet			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Aktive und erfolgreiche Teilnahme an Forschungspraktikum			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester, Termine nach Absprache			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Udo Nubbemeyer, Prof. Dr. Siegfried R. Waldvogel, Prof. Dr. Till Opatz, Prof. Dr. Heiner Detert, Prof. Dr. Holger Löwe.			
13.	Sonstige Informationen			
	Literatur: Nach Empfehlung der/s Arbeitsgruppenleitenden			

# Prüfungsmodul Organische Chemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	2./ 3. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Selbststudium</b>	-	120 h	4 LP
	<b>b) Seminar begleitend zum Selbststudium</b>	1 SWS / 10,5 h	49,5 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Selbststudium			
	b) Seminar zur Erweiterung von Schlüsselqualifikationen (Soft-Skills) für die Selbstlernphase sowie zur Begleitung und Kontrolle des Selbststudiums			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	<p>In dem Prüfungsmodul wird den Studierenden die Chance gegeben, sich – aufbauend auf bereits gelerntem – weitestgehend eigenständig einen umfassenden Überblick über das Fach Organische Chemie zu erarbeiten. Dies erfordert von den Studierenden ein hohes Maß an Organisation und Zeitmanagement, sowie die Fähigkeit, Zusammenhänge eigenständig zu erkennen, zu bewerten und in einen großen Kontext einzuordnen. Zu Beginn des begleitenden Seminars werden die für die Selbstlernphase erforderlichen Schlüsselqualifikationen (besonders Zeitmanagement und Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens) vertieft und erweitert. Weiterhin werden vom Dozenten die Lernziele und Kompetenzen formuliert und Hinweise auf die Fachliteratur gegeben. Danach präsentieren die Studierenden im Rahmen des Seminars eigenständig erarbeitetes Wissen und diskutieren unter Betreuung eines Dozenten den Inhalt und die Form der jeweiligen Kurzreferate.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte der Organischen Chemie eigenständig zu erarbeiten und zu vertiefen,</li> <li>• übergeordnete Prinzipien der Organischen Chemie selbständig zu erkennen, zu benennen und zu erklären,</li> <li>• organisch-chemische Fragestellungen und Modelle kritisch zu beurteilen,</li> <li>• Methoden und Verfahren oder sachkundige Verwendung von Materialien und Arbeitsmitteln klar zu beschreiben und kritisch zu diskutieren.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Themen aus:			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organische Reaktionsmechanismen</li> <li>• Organische Strukturchemie</li> <li>• Reaktivität organischer Moleküle</li> <li>• Reaktive Intermediate</li> <li>• Spektroskopie</li> <li>• Chemie der Aromaten, Heterocyclen und Naturstoffe</li> <li>• Stereochemie/stereoselektive Synthese</li> <li>• Grenzorbital-kontrollierte Reaktionen</li> </ul>			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, M. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls Organische Chemie			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min.)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestehen der Modulabschlussprüfung			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester, nach Absprache			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Till Opatz, Alle Lehrenden der OC im Masterstudium			
13.	Sonstige Informationen			
	Aktuelle Lehrbücher der Organischen Chemie (nach Absprache)			

## Modul PC: Physikalische Chemie

Aufbauend auf dem chemischen und physikalischen Grundwissen erwerben die Studierenden im Modul Physikalische Chemie spezielle Fachkenntnisse über die theoretischen und praktischen Grundlagen der Physikalischen Chemie. Die Inhalte werden in der Vorlesung Physikalische Chemie IV mit Übungen (Grundeinheit) und in dem zugehörigen Praktikum „Moderne Methoden der Physikalischen Chemie“ mit Seminar (Vertiefungseinheit) erarbeitet, vertieft und praktisch umgesetzt. Dabei wird stets neu erworbenes Wissen in das vorhandene integriert.

### Grundeinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StI(Ne))	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1 Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung Physikalische Chemie IV</b>	4 SWS/ 42 h	108 h	5 LP
	<b>b) Übungen zur Vorlesung Physikalische Chemie IV</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Vorlesung, b) Übung			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>die Inhalte der Vorlesung Physikalische Chemie IV wiederzugeben,</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>sich einzelne Bereiche aus dem Themengebiet der Vorlesung Physikalische Chemie IV selbst zu erarbeiten, Zusammenhänge aufzustellen und wiederzugeben.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	a) Optische Mikroskopie, Rastersondenmikroskopie, Elektronenmikroskopie Räumliche Auflösung mikroskopischer Methoden Intermolekulare Wechselwirkungen Molekulare Selbstorganisation Nanochemie und Nanopartikel Nanoplasmonik und Quantisierungseffekte Einzelmoleküleffekte			
	b) In den Übungen werden Übungsaufgaben zu den Themen der Vorlesung gerechnet und besprochen.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestandene Abschlussprüfung			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Vorlesung/Übung: jedes Semester			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Thomas Basché, Apl. Prof. Dr. Gerald Hinze, Prof. Dr. Carsten Sönnichsen			
13.	Sonstige Informationen			

## Vertiefungseinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1./ 2. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) <i>Praktikum: Moderne Methoden der Physikalischen Chemie</i></b>	4 SWS/ 42 h	108 h	5 LP
	<b>b) <i>Seminar zum Praktikum: Moderne Methoden der Physikalischen Chemie</i></b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Praktikum b) Seminar			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>mit modernen Untersuchungsmethoden der Physikalischen Chemie umzugehen und praktisch anzuwenden,</li> <li>die Grundlagen zu modernen Untersuchungsmethoden der Physikalischen Chemie selbständig zu erarbeiten und zu präsentieren. Dabei lernen Sie, eine sich logisch aufbauende Präsentation von wissenschaftlichen Sachverhalten zu erarbeiten sowie sprachlich verständlich und fachlich richtig zu entwickeln.</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>unter Anwendung eines effektiven Zeit- und Ressourcenmanagements, innerhalb eines bestimmten Zeitraumes Arbeitsabläufe eigenverantwortlich zu planen und durchzuführen,</li> <li>sich in Kleingruppen zu organisieren und zusammenzuarbeiten.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	a) <ul style="list-style-type: none"> <li>Lichtmikroskopie</li> <li>Nd-YAG Laser</li> <li>Einzelmolekülspektroskopie</li> <li>Fluoreszenz und Energieübertragung</li> <li>Halbleiternanokristalle</li> <li>Rastertunnelmikroskopie</li> <li>Elektrostatische Kraftmikroskopie</li> <li>Transmissionselektronenmikroskopie</li> </ul>			
	b) Die Studierenden halten Referate zu Themen aus dem Bereich der Praktikumsversuche.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie, M. Sc. Biomedizinische Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Grundeinheit des Moduls Physikalische Chemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	siehe Grundeinheit			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum und aktive Teilnahme am Seminar.			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	9/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Thomas Basché, Apl. Prof. Dr. Gerald Hinze, Prof. Dr. Carsten Sönnichsen			
13.	Sonstige Informationen			

## Forschungsmodul Physikalische Chemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	360 h	1 Semester	2. / 3. Semester	12 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) <i>Forschungspraktikum Physikalische Chemie</i></b> <b>b) <i>dazugehöriges Seminar</i></b>	21 SWS/ 220,5 h 1 SWS/ 10,5 h	109,5 h 19,5 h	11 LP 1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen a) Forschungspraktikum in einem Arbeitskreis b) Seminar			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>forschungsnahе Projekte selbständig zu erarbeiten, durchzuführen, zu dokumentieren und zu präsentieren,</li> <li>ihr theoretisches und praktisches Fach- und Methodenwissen forschungsorientiert und zielführend in ein Forschungsprojekt einzubringen,</li> <li>aktuelle Primär- und Sekundärliteratur (englisch und deutsch) mit Bezug zum Projekt zu recherchieren und zu evaluieren,</li> <li>bei auftretenden Misserfolgen oder Fehlschlägen Alternativen zu erarbeiten,</li> <li>in einem wissenschaftlichen (ggf. internationalen) Team mitzuwirken,</li> <li>die Ergebnisse der Forschungsarbeit reproduzierbar und nach wissenschaftlichen Standards zu protokollieren und zu dokumentieren.</li> </ul> b) Die Studierenden sind in Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>im Rahmen der Mitarbeiterseminare aktuelle Forschungsthemen zu verstehen, einzuordnen, Kernaussagen wiederzugeben und zu übertragen,</li> <li>ihr eigenes Projekt in einem größeren Zusammenhang wissenschaftlich zu präsentieren und einer kritischen Diskussion zu stellen.</li> </ul> Das Forschungsmodul kann der Themenfindung und Vorbereitung auf die Masterarbeit dienen.			
4.	Inhalte Aktuelles Forschungsprojekt mit Bezug zur Physikalischen Chemie.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme Grund- und Vertiefungseinheit des Moduls Physikalische Chemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en) Keine			
8.	Prüfungsformen 8.1. Studienleistung(en)  8.2. Modulprüfung Protokoll, Vortrag: unbenotet			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten Aktive und erfolgreiche Teilnahme am Praktikum, Vortrag			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
11.	Häufigkeit des Angebots Jedes Semester, nach Absprache			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Thomas Basché, Apl. Prof. Dr. Gerald Hinze, Prof. Dr. Carsten Sönnichsen			
13.	Sonstige Informationen Praktikum findet in den Arbeitskreisen der beteiligten hauptamtlich Lehrenden statt.			

# Prüfungsmodul Physikalische Chemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	2./ 3. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Selbststudium</b>	-	120 h	4 LP
	<b>b) Seminar begleitend zum Selbststudium</b>	1 SWS / 10,5 h	49,5 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Selbststudium			
	b) Seminar zur Erweiterung von Schlüsselqualifikationen (Soft-Skills) für die Selbstlernphase sowie zur Begleitung und Kontrolle des Selbststudiums			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	<p>In dem Prüfungsmodul wird den Studierenden die Chance gegeben, sich – aufbauend auf bereits gelerntem – weitestgehend eigenständig einen umfassenden Überblick über das Fach Physikalische Chemie zu erarbeiten. Dies erfordert von den Studierenden ein hohes Maß an Organisation und Zeitmanagement, sowie die Fähigkeit, Zusammenhänge eigenständig zu erkennen, zu bewerten und in einen großen Kontext einzuordnen. Zu Beginn des begleitenden Seminars werden die für die Selbstlernphase erforderlichen Schlüsselqualifikationen (besonders Zeitmanagement und Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens) vertieft und erweitert. Weiterhin werden vom Dozenten die Lernziele und Kompetenzen formuliert und Hinweise auf die Fachliteratur gegeben. Danach präsentieren die Studierenden im Rahmen des Seminars eigenständig erarbeitetes Wissen und diskutieren unter Betreuung eines Dozenten den Inhalt und die Form der jeweiligen Kurzreferate.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte und Prinzipien der Physikalischen Chemie eigenständig zu erarbeiten und zu vertiefen,</li> <li>• übergeordnete Prinzipien der Physikalischen Chemie selbständig zu erkennen, zu benennen und zu erklären,</li> <li>• Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten aufzuzeigen,</li> <li>• physikochemische Fragestellungen und Modelle kritisch zu beurteilen.</li> </ul> <p>Durch den Besuch eines Seminars eines Arbeitskreises des Instituts für Physikalische Chemie wird den Studierenden ein Einblick gegeben, wie man in der Physikalisch Chemischen Forschung die Prinzipien der Physikalischen Chemie auf konkrete Fragestellungen anwendet.</p>			
4.	Inhalte			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Elektrochemie</li> <li>• Reaktionskinetik</li> <li>• Quantenchemie</li> <li>• Spektroskopie</li> <li>• Mikroskopie</li> <li>• Streumethoden</li> </ul>			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Grund- und Vertiefungseinheit des Moduls Physikalische Chemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls Physikalische Chemie			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min.)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestehen der Modulabschlussprüfung.			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester, nach Absprache			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Thomas Basché, Apl. Prof. Dr. Gerald Hinze, Prof. Dr. Carsten Sönnichsen			
13.	Sonstige Informationen			
	Lehrbücher: Wedler, Atkins, Engel/Reich sowie Vorlesungsskripte zu den Veranstaltungen der Physikalischen Chemie			

## Modul Polymere 1: Polymerchemie 1

Aufbauend auf den bereits gelernten Grundlagen der organischen Chemie kleiner Moleküle, etablierter Reaktionstypen und Arbeitstechniken sowie auf der Grundlage des in der physikalischen Chemie erworbenen Wissens erhält der Studierende im Modul „Polymere 1: Polymerchemie 1“ Fachkenntnisse zu Herstellung und Eigenschaften von Polymeren. Die Inhalte werden in Form der Vorlesungen „Einführung in die Makromolekulare Chemie: Physik. Chemie von Polymeren (Teil 1)“ und der Vorlesung „Einführung in die Makromolekulare Chemie: Herstellung von Polymeren (Teil 2)“ sowie in begleitenden Übungen (Grundeinheit) vermittelt und vertieft und in einem Praktikum (Vertiefungseinheit) praktisch umgesetzt.

### Grundeinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung Einführung in die Makromolekulare Chemie: Physik. Chemie von Polymeren (Teil 1)</b>	2 SWS/ 21 h	39 h	2 LP
	<b>b) Vorlesung Einführung in die Makromolekulare Chemie: Herstellung von Polymeren (Teil 2)</b>	2 SWS/ 21 h	39 h	2 LP
	<b>c) Übungen zu den Vorlesungen Einführung in die Makromolekulare Chemie Teil 1 und Teil 2</b>	1 SWS/ 10,5 h	49,5 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) und b) Vorlesung c) Übung			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	Ein Überblick zu relevanten Polymermaterialien sowie zu den zentralen Methoden der Polymercharakterisierung und grundlegenden Eigenschaften von Polymeren in Lösung sowie im Festkörper wird vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende physikalischen Eigenschaften von Polymermaterialien in Lösung sowie im Festkörper und Besonderheiten von Polymeren im Vergleich zu anderen Materialklassen bzw. niedermolekularen Verbindungen wiederzugeben,</li> <li>• sich die Grundlagen der Polymerchemie, Polymerisationstypen, Ketten- und Stufenwachstum zu erarbeiten,</li> <li>• Polymerisationsmethoden kritisch beurteilen zu können, sowohl hinsichtlich der erzielbaren Molekulargewichte als auch bezüglich der jeweiligen Limitationen die Polydispersität betreffend,</li> <li>• Charakterisierungsmethoden hinsichtlich ihrer Eignung für spezifische Fragestellungen zu bewerten und für eine gegebene Fragestellung die geeignete Methodik bzw. Methodenkombination zur umfassenden Charakterisierung auszuwählen.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Allgemeine Grundlagen: Aufgaben der Polymerwissenschaften, Polymerstrukturen, Nomenklatur Polymersynthese: Polykondensation (Stufenwachstum), Carothers-Gleichung, Polymerisationen mit Kettenwachstum, radikalische und ionische Methoden der Polymersynthese, Kinetik, Kettenübertragung, Copolymerisation, Polyinsertion, Katalysatoren (Initiatoren) Polymermodifizierung: Cellulose, Kautschuk, polymeranaloge Reaktionen. Spezielle Polymersynthesen: Ringöffnungsreaktionen, Peptidsynthesen (Festphasen) Polymercharakterisierung: Konformation von Makromolekülen, Irrflug-Statistik, RIS-Modell Charakterisierung von Polymeren in Lösung: Kolligative Methoden, Viskosimetrie, Gelpermeationschromatografie, Streumethoden, dynamische Lichtstreuung Thermodynamik: Flory-Huggins-Theorie, Skalengesetze Polymere in festem Zustand: Glasübergang, Kristallinität, Mesophasen, mechanische Charakterisierung.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			

## Grundeinheit

8.	Prüfungsformen
	8.1. Studienleistung(en)
	8.2. Modulprüfung
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten
	Bestandene Klausur oder mündliche Prüfung
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen
	6/96
11.	Häufigkeit des Angebots
	Jedes Semester
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende
	<u>Prof. Dr. Sebastian Seiffert</u> , Prof. Dr. Holger Frey, Prof. Dr. Rudolf Zentel
13.	Sonstige Informationen
	Literatur: B. Tieke, Einführung in die Polymerchemie (Wiley-VCh)

## Vertiefungseinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1./ 2. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen <b>Praktikum Makromolekulare Chemie</b>	Kontaktzeit 6 SWS/ 63 h	Selbststudium 117 h	Leistungspunkte 6 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen Praktikum			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen Ein Überblick zu relevanten Polymermaterialien sowie zu den zentralen Methoden der Polymercharakterisierung wird vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• sich die Grundlagen der Polymerchemie, Polymerisationstypen, Ketten- und Stufenwachstum zu erarbeiten,</li> <li>• effektiv mit ihrer Zeit und den Ressourcen umzugehen, indem sie Arbeitsabläufe eigenverantwortlich planen und in einem definierten Zeitfenster realisieren,</li> <li>• zur Vorbereitung der vorgegebenen Versuche die aktuelle Literatur unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu analysieren und zu bewerten,</li> <li>• anspruchsvolle Experimente in paralleler Weise innerhalb bestimmter Zeiträume zu realisieren.</li> </ul>			
4.	Inhalte Experimente zur Polymersynthese (Stufenwachstum, Kettenwachstum), radikalische Polymerisation, Copolymerisation. Ferner Praktikumsversuche zu typischen physikalischen Eigenschaften von Polymeren (Löslichkeit, Molekulargewichte, Konformation in Lösung), Bestimmung der thermischen Eigenschaften von Polymeren sowie Kristallinität.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en) Grundeinheit des Moduls Polymere 1			
8.	Prüfungsformen 8.1. Studienleistung(en) 8.2. Modulprüfung siehe Grundeinheit			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 9/96			
11.	Häufigkeit des Angebots Jährlich (Wintersemester)			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Rudolf Zentel, Prof. Dr. Sebastian Seiffert, N.N.			
13.	Sonstige Informationen Literatur: B. Tieke, Einführung in die Polymerchemie (Wiley-VCh); Lechner, Gehrke, Nordmeier, Makromolekulare Chemie, Birkhäuser 1993.			

## Modul Polymere 2: Polymerchemie 2

Das im Modul Polymere 1 erworbene Grundwissen zur Polymersynthese, zur Polymercharakterisierung und zu Struktur-Eigenschaftsprofilen von Polymermaterialien wird vertieft und ausgeweitet; außerdem werden zentrale Spezialthemen der modernen Polymerforschung aus den Bereichen Biopolymere, Nanostrukturen und Kolloide behandelt. Hierzu treffen die Studierenden eine Auswahl von einer von zwei Pflichtvorlesungen: „Einführung in die Makromolekulare Chemie: Herstellung von Polymeren II“ oder „Einführung in die Makromolekulare Chemie: Physikalische Chemie von Polymeren II“, die jeweils wechselnd im Sommer- und Wintersemester angeboten werden. Zusätzlich dazu wählen die Studierenden als Wahlpflichtvorlesung entweder die entsprechende andere der zwei genannten Vorlesungen oder, alternativ dazu, eine von vier Wahlpflichtvorlesungen aus weiteren Spezialbereichen. In dazu jeweils begleitenden Übungen oder Seminaren wird der Vorlesungsstoff vertieft. Die Studierenden erwerben damit Kompetenzen in Schlüsselfeldern der aktuellen Materialforschung.

### Grundeinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StINe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Eine von zwei Pflichtvorlesungen:</b> <b>„Einführung in die Makromolekulare Chemie: Herstellung von Polymeren II“</b> <b>„Einführung in die Makromolekulare Chemie: Physikalische Chemie von Polymeren II“</b>	2 SWS/ 21 h	39 h	2 LP
	<b>b) Seminar zu der gewählten Pflichtvorlesung</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
	<b>c) Eine zusätzliche Wahlpflichtvorlesung, wählbar als</b> - <b>entweder der anderen der zwei unter a) genannten Vorlesungen</b> - <b>oder als eine der folgenden Spezialvorlesungen: Biopolymere / Biomedizinisch relevante Polymere (wechselnd angeboten im Sommer- und Wintersemester), Kolloidchemie</b>	2 SWS/ 21 h	39 h	2 LP
	<b>d) Übungen bzw. Seminar zu der gewählten Wahlpflichtvorlesung</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Vorlesung			
	b) Übung			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	Ein vertiefter Einblick in die maßgeschneiderte Herstellung sowie die vielschichtige Struktur und Dynamik polymerer Systeme und Materialien wird vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage:			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>zentrale Herausforderungen und Lösungsansätze moderner Polymersynthesen zu beschreiben, bspw. Sequenzkontrolle, schwache Wechselwirkungen in den Polymerwissenschaften, supramolekulare Polymerisation, thermoplastische Elastomere, Verbundmaterialien</li> <li>die Rheologie von Polymeren im Schmelz- und Lösungszustand methodisch, konzeptionell und phänomenologisch sowohl qualitativ als auch quantitativ zu beschreiben</li> <li>die grundlegenden Charakteristika der Struktur und Dynamik polymerer Lösungen, Gele, Gläser und Kristalle wiederzugeben</li> </ul>			
	Überdies sind die Studierenden je nach Wahl im Bereich c und d in der Lage:			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>biologische relevante Polymerklassen zu beurteilen und hinsichtlich ihrer Struktur zu verstehen,</li> <li>natürliche Organisationsprinzipien von Biopolymeren zu beurteilen</li> <li>Methoden zur Untersuchung von Nanostrukturen und (Polymer)Oberflächen wiederzugeben und zu erklären</li> <li>kolloidale Systeme im Hinblick auf ihre charakteristischen Zeit-, Längen-, und Energieskalen zu diskutieren</li> </ul>			
4.	Inhalte			

## Grundeinheit

	<p>a) Vorlesung und b) Übung</p> <p>Moderne Methoden der Polymersynthese:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontrolle der Monomersequenz</li> <li>- Biomimetische Konzepte in den Polymerwissenschaften</li> <li>- Moderne Verbundmaterialien, Hochleistungswerkstoffe</li> <li>- Phasensegregierte Polymersysteme in der Anwendung, thermoplast. Elastomere</li> <li>- supramolekulare Polymerisation</li> <li>- komplexe polymere Funktionseinheiten</li> <li>- Polymernanopartikel und selbstassemblierte Nanostrukturen</li> </ul> <p>Grundlagen der Rheologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Viskoelastizität</li> <li>- komplexe rheologische Materialkenngrößen</li> <li>- Zeit-Temperatur-Superposition</li> <li>- Rheologie von Polymersystemen: Reptation in Schmelze und Lösung, Gummielastizität von Netzwerken, dynamischer Glasübergang.</li> </ul> <p>Aufbauend darauf: umfassende und jeweils separate Behandlung der Struktur, Dynamik und Eigenschaften von Polymeren im Zustand von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schmelzen</li> <li>- halbverdünnten Lösungen</li> <li>- Gelen</li> <li>- Kristallen und Teilkristallen</li> <li>- Gläsern</li> </ul> <p>c) Vorlesung und d) Übung</p> <p>Konzepte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionskinetik, Thermodynamik von Nicht-Gleichgewichtszuständen, Grenzflächenchemie</li> </ul> <p>Methoden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spektroskopie</li> <li>• AFM, NMR, Elektronenmikroskopie, Röntgenstreuung, DLS</li> <li>• Einzelmolekül-Experimente (Fluoreszenz, AFM, Optische Pinzetten)</li> </ul> <p>Modelle:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membranen, Zellen, Oberflächen</li> </ul>
5.	<p>Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>M. Sc. Chemie</p>
6.	<p>Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme</p>
7.	<p>Zugangsvoraussetzung(en)</p> <p>Grundeinheit des Moduls Polymere 1 oder vergleichbare Leistungen</p>
8.	<p>Prüfungsformen</p> <p>8.1. Studienleistung(en)</p> <p>8.2. Modulprüfung</p> <p>2 Klausuren (je 60 min) oder mündliche Prüfung (30 min), Gewichtung der Klausuren jeweils 50%</p>
9.	<p>Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten</p> <p>Bestandene Klausuren oder mündliche Prüfung, erfolgreiche Teilnahme an den Übungen</p>
10.	<p>Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen</p> <p>6/96</p>
11.	<p>Häufigkeit des Angebots</p> <p>Einführung in die Makromolekulare Chemie: Herstellung von Polymeren II: jährlich, WiSe          Einführung in die Makromolekulare Chemie: Physikalische Chemie von Polymeren II: jährlich, SoSe          Biopolymere  : jährlich, WiSe          Biomedizinisch relevante Polymere: jährlich, SoSe          Kolloidchemie: jährlich, SoSe</p>
12.	<p>Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende</p> <p>Prof. Dr. Rudolf Zentel, Prof. Dr. Pol Besenius, Prof. Dr. Holger Frey, <u>Prof. Dr. Sebastian Seiffert</u></p>
13.	<p>Sonstige Informationen</p> <p>Literatur: Lechner, Gehrke, Nordmeier, Makromolekulare Chemie, (Birkhäuser), M. Rubinstein, R. Colby, Polymer Physics (Oxford University Press), S. Koltzenburg, M. Maskos, O. Nuyken, Polymere: Synthese, Eigenschaften und Anwendungen (Springer).</p>



## Vertiefungseinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	1./ 2. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen <b>Praktikum Makromolekulare Chemie</b>	Kontaktzeit 6 SWS/ 63 h	Selbststudium 117 h	Leistungspunkte 6 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen Praktikum			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen Ein Überblick zu relevanten Polymermaterialien sowie zu den zentralen Methoden der Polymercharakterisierung wird vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>sich die Grundlagen der Polymerchemie, Polymerisationstypen, Ketten- und Stufenwachstum zu erarbeiten,</li> <li>effektiv mit ihrer Zeit und den Ressourcen umzugehen, indem sie Arbeitsabläufe eigenverantwortlich planen und in einem definierten Zeitfenster realisieren,</li> <li>zur Vorbereitung der vorgegebenen Versuche die aktuelle Literatur unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu analysieren und zu bewerten,</li> <li>anspruchsvolle Experimente in paralleler Weise innerhalb bestimmter Zeiträume zu realisieren.</li> </ul>			
4.	Inhalte Experimente zur Polymersynthese (Stufenwachstum, Kettenwachstum), radikalische Polymerisation, Copolymerisation. Ferner Praktikumsversuche zu typischen physikalischen Eigenschaften von Polymeren (Löslichkeit, Molekulargewichte, Konformation in Lösung), Bestimmung der thermischen Eigenschaften von Polymeren sowie Kristallinität.			
5.	Verwendbarkeit des Moduls M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en) keine			
8.	Prüfungsformen 8.1. Studienleistung(en)  8.2. Modulprüfung siehe Grundeinheit			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 9/96			
11.	Häufigkeit des Angebots Jährlich (Wintersemester)			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Rudolf Zentel, Prof. Dr. Sebastian Seiffert, N.N.			
13.	Sonstige Informationen Literatur: B. Tiede, Einführung in die Polymerchemie (Wiley-VCh); Lechner, Gehrke, Nordmeier, Makromolekulare Chemie, Birkhäuser 1993.			

## Forschungsmodul Polymere

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	360 h	1 Semester	2. / 3. Semester	12 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Forschungspraktikum</b>	21 SWS/ 220,5 h	109,5 h	11 LP
	<b>b) dazugehöriges Seminar</b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Praktikum b) Seminar			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	Das Forschungsmodul dient dem Erlernen, der Entwicklung und der Durchführung einer Forschungsarbeit. Dabei werden zuvor erworbenes Fachwissen und erworbene Methoden forschungsorientiert umgesetzt und vertieft. Das Forschungsmodul kann der Themenfindung und Vorbereitung auf die Masterarbeit dienen.			
	a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• erstmals an einem aktuellen Forschungsprojekt einer Arbeitsgruppe zu arbeiten.</li> <li>• durch das Lösen komplexer Aufgaben ein vertieftes Wissen in einem aktuellen Forschungsgebiet zu erwerben.</li> <li>• Grundkenntnisse in Planung und Design von Experimenten zu erlangen.</li> <li>• Arbeitshypothesen aufzustellen und diese experimentell zu überprüfen.</li> <li>• unter Anleitung Polymere herzustellen und molekular zu charakterisieren (Molekulargewichte, Verteilungen)</li> <li>• unter Anleitung anspruchsvolle biochemische, zell- und molekularbiologische oder biophysikalische Versuche durchzuführen.</li> <li>• die Bedeutung von Kontrolleexperimenten sicher einzuschätzen.</li> <li>• das wissenschaftliche Vorgehen und die Ergebnisse reproduzierbar zu protokollieren.</li> <li>• eigene Ergebnisse unter Berücksichtigung aktueller Forschungsliteratur zu interpretieren und kritisch einzuordnen.</li> <li>• selbständig und diszipliniert zu arbeiten.</li> <li>• mit wissenschaftlichen Problemen und Misserfolgen umzugehen.</li> <li>• in einem wissenschaftlichen Team mitzuarbeiten.</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftliche Literatur und die eigenen Forschungsergebnisse unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu analysieren und zu bewerten.</li> <li>• selbständig einen wissenschaftlichen Vortrag zu dem Forschungsprojekt zu erarbeiten und zu präsentieren,</li> <li>• das bearbeitete Projekt in einer wissenschaftlichen Diskussion zu verteidigen.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Themen aus der aktuellen Polymerforschung (Synthese, Charakterisierung und physikalische Eigenschaften)			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Grundmodul Polymere 1			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Protokoll, Vortrag: unbenotet			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Erfolgreiche Durchführung des Praktikums, Erstellen eines umfassenden Protokolls zu den durchgeführten Experimenten, Kurzvortrag (15 Minuten) zu den Ergebnissen.			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Nach Absprache			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Rudolf Zentel, Prof. Dr. Holger Frey; N.N.			
13.	Sonstige Informationen			
	Modul wird nach Absprache mit den jeweiligen Arbeitskreisleitern/ Modulverantwortlichen durchgeführt.			

Prüfungsmodul Polymere				
Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	2./ 3. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Selbststudium</b>	-	120 h	4 LP
	<b>b) Seminar begleitend zum Selbststudium</b>	1 SWS / 10,5 h	49,5 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Selbststudium b) Seminar			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	<p>In dem Prüfungsmodul wird den Studierenden die Chance gegeben, sich – aufbauend auf bereits gelerntem – weitestgehend eigenständig einen umfassenden Überblick über das Fach Polymerchemie zu erarbeiten. Dies erfordert von den Studierenden ein hohes Maß an Organisation und Zeitmanagement, sowie die Fähigkeit, Zusammenhänge eigenständig zu erkennen, zu bewerten und in einen großen Kontext einzuordnen. Zu Beginn des begleitenden Seminars werden die für die Selbstlernphase erforderlichen Schlüsselqualifikationen (besonders Zeitmanagement und Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens) vertieft und erweitert. Weiterhin werden vom Dozenten die Lernziele und Kompetenzen formuliert und Hinweise auf die Fachliteratur gegeben. Danach präsentieren die Studierenden im Rahmen des Seminars eigenständig erarbeitetes Wissen und diskutieren unter Betreuung eines Dozenten den Inhalt und die Form der jeweiligen Kurzreferate.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte und Prinzipien der Polymerchemie eigenständig zu erarbeiten und zu vertiefen.</li> <li>• übergeordnete Prinzipien der Biopolymere selbständig zu erkennen, zu benennen und zu erklären.</li> <li>• Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten aufzuzeigen.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	<p>Allgemeine Grundlagen: Aufgaben der Polymerwissenschaften, Polymerstrukturen, Nomenklatur</p> <p>Polymersynthese: Polykondensation, Carothers-Gleichung, Polymerisation (radikalisch, kationisch, anionisch), Kinetik, Kettenübertragung, lebende Polymerisationsmethoden, Molekulargewichtsverteilung, Ringöffnende Polymerisation, Copolymerisation, Polyinsertion, Katalysatoren (Initiatoren)</p> <p>Polymermodifizierung: Cellulose, Kautschuk Polymerisation im zwei-phasigen (speziell Emulsionspolymerisation) und an Grenzflächen ("grafting-to" und "grafting-from")</p> <p>Polymercharakterisierung: Konformation von Makromolekülen, Irrflug-Statistik, RIS-Modell</p> <p>Charakterisierung von Polymeren in Lösung: Kolligative Methoden, Viskosimetrie, Gelpermeationschromatografie, Streumethoden, dynamische Lichtstreuung</p> <p>Thermodynamik: Flory-Huggins-Theorie, Skalengesetze</p> <p>Polymere in festem Zustand: Glasübergang, Kristallinität, Mesophase, Halbleitende Polymere und Anwendung in Optoelektronik und in Solarzellen</p>			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls Polymere 1 oder Polymere 2			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min.)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestehen der Modulprüfung			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			

## Prüfungsmodul Polymere

11.	Häufigkeit des Angebots Jedes Semester, nach Absprache
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. R. Zentel, Prof. Dr. H. Frey, N.N.
13.	Sonstige Informationen Lehrbücher: B. Tieke; Makromol. Chemie, Wiley-VCH 2000; G. Odian, Principles of Polymerization, Wiley-Interscience 2004; F. J. Davis, Polymer Chemistry, A Practical Approach, (ISBN: 0 19 850309 1)

## Modul TC: Theoretische Chemie

Aufbauend auf bereits gelernten Inhalten und Arbeitstechniken erwirbt der Studierende im Modul TC: Theoretische Chemie spezielle Fachkenntnisse im Gebiet Theoretische-Chemie und angrenzender Gebiete wie der Quantenchemie. Die Inhalte werden in Form der Vorlesungen Theoretische Chemie 1 (Grundeinheit) und Theoretischen Chemie 2 (Vertiefungseinheit) sowie in weiterführenden Praktika (Grund- und Vertiefungseinheit) erarbeitet, vertieft und praktisch umgesetzt. Dabei wird stets neu erworbenes Wissen in das vorhandene integriert.

### Grundeinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	2 Semester	1. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung/ Übung Theoretische Chemie 1</b>	3 SWS/ 31,5 h	88,5 h	4 LP
	<b>b) Praktikum: Theoretische Chemie 1</b>	5 SWS/ 52,5 h	7,5 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen Vorlesung/ Übung Praktikum: Kurs-Praktikum 2 Wochen ganztägig			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Eingehendes Verständnis der Grundlagen der Quantenchemie Umsetzung quantenchemischer Theorie in ein Computerprogramm			
	b) Die Studierenden lernen im Praktikum ein effektives Zeit- und Ressourcenmanagement, indem sie Arbeitsabläufe eigenverantwortlich planen und in einem definierten Zeitfenster realisieren. Zur Vorbereitung der vorgegebenen Versuche erfolgt die Bewertung und Analyse der aktuellen Literatur unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten.			
4.	Inhalte			
	a) Grundlagen (Schrödingergleichung, Born-Oppenheimer Näherung, Hartree-Fock Theorie, Dichtefunktionaltheorie, „self consistent field theory“, Berechnung von Moleküleigenschaften)			
	b) Verfassen eines Computerprogramms zur Durchführung einer quantenchemischen Rechnung			
5.	Verwendbarkeit des Moduls M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme Erfolgreiche Teilnahme an einer Bachelor-Veranstaltung der Theoretischen Chemie oder einer gleichwertigen Veranstaltung aus der Physikalischen Chemie bzw. Physik.			
7.	Zugangsvoraussetzung(en) Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten erfolgreiche Teilnahme am Praktikum			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	a) jährlich (im Wintersemester)			
	b) jedes Semester als Block in der vorlesungsfreien Zeit			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Jürgen Gauß			
13.	Sonstige Informationen			

## Vertiefungseinheit

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	2. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Vorlesung/ Übung Theoretische Chemie 2</b>	3 SWS/ 31,5 h	88,5 h	4 LP
	<b>b) Praktikum: Theoretische Chemie</b>	5 SWS/ 52,5 h	7,5 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen Vorlesung/ Übung Praktikum: Kurs-Praktikum 2 Wochen ganztägig			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Kenntnis und Verständnis moderner Methoden der Quantenchemie, Anwendung moderner Programmpakete zur Lösung chemischer Fragestellungen			
	b) Die Studierenden lernen im Praktikum ein effektives Zeit- und Ressourcenmanagement, indem sie Arbeitsabläufe eigenverantwortlich planen und in einem definierten Zeitfenster realisieren. Zur Vorbereitung der vorgegebenen Versuche erfolgt die Bewertung und Analyse der aktuellen Literatur unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten.			
4.	Inhalte			
	a) Moderne quantenchemische Methoden (Elektronenkorrelation, Vielteilchentheorie, Zweite Quantisierung, coupled-cluster theory)			
	b) Verwendung von quantenchemischen und molekulardynamischen Programmpakete zur Lösung chemischer Fragestellungen			
5.	Verwendbarkeit des Moduls M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
7.	Zugangsvoraussetzung(en) Grundeinheit des Moduls Theoretische Chemie			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en) Kolloquium zum Praktikum			
	8.2. Modulprüfung siehe Grundeinheit			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten erfolgreiche Teilnahme am Praktikum			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen 9/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	a) jährlich (Sommersemester)			
	b) jedes Semester als Block auch in der vorlesungsfreien Zeit			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende <u>Prof. Dr. Jürgen Gauß</u>			
13.	Sonstige Informationen			

## Forschungsmodul Theoretische Chemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	360 h	1 Semester	2./ 3. Semester	12 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) <i>Forschungspraktikum Theoretische Chemie</i></b>	21 SWS/ 220,5 h	109,5 h	11 LP
	<b>b) <i>dazugehöriges Seminar</i></b>	1 SWS/ 10,5 h	19,5 h	1 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Forschungspraktikum in einem Arbeitskreis			
	b) Seminar			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	a) Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>forschungsnahе Projekte selbständig zu erarbeiten, durchzuführen, zu dokumentieren und zu präsentieren,</li> <li>ihr theoretisches und praktisches Fach- und Methodenwissen forschungsorientiert und zielführend in ein Forschungsprojekt einzubringen,</li> <li>aktuelle Primär- und Sekundärliteratur (englisch und deutsch) mit Bezug zum Projekt zu recherchieren und zu evaluieren,</li> <li>bei auftretenden Misserfolgen oder Fehlschlägen Alternativen zu erarbeiten,</li> <li>in einem wissenschaftlichen (ggf. internationalen) Team mitzuwirken,</li> <li>die Ergebnisse der Forschungsarbeit reproduzierbar und nach wissenschaftlichen Standards zu protokollieren und zu dokumentieren.</li> </ul>			
	b) Die Studierenden sind in Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>im Rahmen der Mitarbeiterseminare aktuelle Forschungsthemen zu verstehen, einzuordnen, Kernaussagen wiederzugeben und zu übertragen,</li> <li>ihr eigenes Projekt in einem größeren Zusammenhang wissenschaftlich zu präsentieren und einer kritischen Diskussion zu stellen.</li> </ul>			
	Das Forschungsmodul kann der Themenfindung und Vorbereitung auf die Masterarbeit dienen.			
4.	Inhalte			
	Selbstständiges Durchführen von computerbasierten Rechnungen in einem aktuellen Forschungsprojekt in der Theoretischen Chemie			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. S. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Grund- und Vertiefungseinheit des Moduls Theoretische Chemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Keine			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Protokoll, Vortrag: unbenotet			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Erfolgreiche Teilnahme am Forschungspraktikum			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Jedes Semester, nach Bedarf			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	<u>Prof. Dr. Jürgen Gauß</u>			
13.	Sonstige Informationen			

## Prüfungsmodul Theoretische Chemie

Modul-Kennnummer (JOGU-StiNe)	Arbeitsaufwand (workload)	Moduldauer (laut Studienverlaufsplan)	Regelsemester (laut Studienverlaufsplan)	Leistungspunkte (LP)
	180 h	1 Semester	2./ 3. Semester	6 LP
1.	Lehrveranstaltungen/Lehrformen	Kontaktzeit	Selbststudium	Leistungspunkte
	<b>a) Selbststudium</b>	-	120 h	4 LP
	<b>b) Seminar begleitend zum Selbststudium</b>	1 SWS / 10,5 h	49,5 h	2 LP
2.	Besonderheiten bezüglich der Lehrveranstaltungen/Lehrformen			
	a) Selbststudium			
	b) Seminar zur Erweiterung von Schlüsselqualifikationen (Soft-Skills) für die Selbstlernphase sowie zur Begleitung und Kontrolle des Selbststudiums			
3.	Qualifikationsziele/Lernergebnisse/Kompetenzen			
	<p>In dem Prüfungsmodul wird den Studierenden die Chance gegeben, sich – aufbauend auf bereits gelerntem – weitestgehend eigenständig einen umfassenden Überblick über das Fach Theoretische Chemie zu erarbeiten. Dies erfordert von den Studierenden ein hohes Maß an Organisation und Zeitmanagement, sowie die Fähigkeit, Zusammenhänge eigenständig zu erkennen, zu bewerten und in einen großen Kontext einzuordnen.</p> <p>Zu Beginn des begleitenden Seminars werden die für die Selbstlernphase erforderlichen Schlüsselqualifikationen (besonders Zeitmanagement und Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens) vertieft und erweitert. Weiterhin werden vom Dozenten die Lernziele und Kompetenzen formuliert und Hinweise auf die Fachliteratur gegeben.</p> <p>Danach präsentieren die Studierenden im Rahmen des Seminars eigenständig erarbeitetes Wissen und diskutieren unter Betreuung eines Dozenten den Inhalt und die Form der jeweiligen Kurzreferate.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte und Prinzipien der Theoretischen Chemie eigenständig zu erarbeiten und zu vertiefen.</li> <li>• Zusammenhänge und Verknüpfungen von Themen und Inhalten aufzuzeigen.</li> </ul>			
4.	Inhalte			
	Hartree-Fock Theorie: Elektronenkorrelation Vielteilchenstörungstheorie Coupled-Cluster Theorie Dichtefunktionaltheorie Berechnung von molekularen Eigenschaften Zweite Quantisierung „Computational Chemistry“			
5.	Verwendbarkeit des Moduls			
	M. Sc. Chemie			
6.	Empfohlene Voraussetzung(en) für die Teilnahme			
	Grund- und Vertiefungseinheit des Moduls Theoretische Chemie			
7.	Zugangsvoraussetzung(en)			
	Grundeinheit des Moduls Theoretische Chemie			
8.	Prüfungsformen			
	8.1. Studienleistung(en)			
	8.2. Modulprüfung			
	Mündliche Prüfung (30-45 min.)			
9.	Voraussetzung(en) für die Vergabe von Leistungspunkten			
	Bestandene Modulabschlussprüfung			
10.	Stellenwert der Note in der Endnote bei Ein-Fach-Studiengängen bzw. Fachnote bei Mehr-Fächer-Studiengängen			
	6/96			
11.	Häufigkeit des Angebots			
	Nach Absprache			
12.	Modulbeauftragte oder -beauftragter sowie hauptamtlich Lehrende			
	Prof. Dr. Jürgen Gauß			
13.	Sonstige Informationen			
	Lehrbücher - Szabo/Ostlund: „Modern Quantum Chemistry“ Jensen: „Introduction to Computational Chemistry“ Cramer: „Essential of Computational Chemistry“			