



UNIVERSITÄT FREIBURG

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE
FAKULTÄT

Studienplan für den Erwerb

des
universitären Zertifikats („Bachelor of Science“)
in Chemie

und dem
Diplom („Master of Science“)
in Chemie

Angenommen von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät den 22. März 2004

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
1 Allgemeines	3
1.1 Universitäre Titel und Studiengänge	3
1.2 Aufbau des Studiums	3
1.3 Evaluation von Unterrichtseinheiten (UE) und Erwerb von ECTS-Krediten	4
1.4 Unterrichtssprachen	5
1.5 Reglemente und ergänzende Informationsquellen.....	5
2 Bachelor of Science (BSc)	6
2.1 Das erste Studienjahr	6
2.1.1 Unterrichtseinheiten des ersten Studienjahres	6
2.1.2 Inhalt der UE des ersten Jahres.....	7
2.1.3 Prüfungen des ersten Jahres und Validierung	7
2.2 Das zweite und dritte Studienjahr.....	7
2.2.1 Unterrichtseinheiten des zweiten Studienjahres	8
2.2.2 Unterrichtseinheiten des dritten Studienjahres	9
2.2.3 Inhalt der UE des zweiten und dritten Jahres.....	9
2.2.4 Prüfungen des zweiten und dritten Jahres, Validierung	10
3 Master of Science (MSc)	11
3.1 Unterrichtseinheiten des MSc.....	11
3.2 Inhalt der UE des MSc	11
3.3 Masterexamen (MSc) und Validierung.....	12
3.4 Masterarbeit und Validierung.....	13
3.5 Vorbereitungsstudium (Passarelle) für das Masterstudium	13
3.5.1 Zulassungsverfahren.....	13
3.5.2 Standardpassarellen	13

1 Allgemeines

Dieser Studienplan enthält alle notwendigen Bestimmungen, welche das Chemiestudium an der Universität Freiburg regeln. Der Studienplan stützt sich auf die Bestimmungen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, die im **Reglement vom 2.2.2004 für die Erlangung der universitären Zertifikate („Bachelor of Science“) und der Diplome („Master of Science“)** (im folgenden Reglement genannt) festgelegt sind.

1.1 Universitäre Titel und Studiengänge

Die Math.-Natw. Fakultät der Universität Freiburg verleiht Studierenden, welche ihre Studien mit Erfolg abgeschlossen haben, die folgenden offiziellen Titel :

- Universitäres Zertifikat („Bachelor of Science“) in Chemie oder **Bachelor of Science in Chemie**, im folgenden **BSc** genannt.
- Diplom („Master of Science“) in Chemie oder **Master of Science in Chemie**, im folgenden **MSc** genannt.

Der **Studiengang des BSc** in Chemie ist ein universitäres Studium, das durch seine Methoden- und Problemorientierung eine wissenschaftliche Grundausbildung in Chemie vermittelt. Es ermöglicht den Einstieg in ein breites Feld von Berufen im Umfeld der molekularen Techniken. Zugleich bildet es eine Grundlage für lebenslanges Lernen, was eine unerlässliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Berufstätigkeit ist. Der BSc in Chemie vermittelt aber auch die notwendige Ausbildung für weiterführende Studien welche zum MSc in Chemie oder in einem anderen naturwissenschaftlichen Fach führen. Zum BSc-Studium werden alle Inhaber von eidgenössisch anerkannten Maturitätszeugnissen oder als äquivalent anerkannten Ausweisen zugelassen (vgl. Art. 6 des Reglements).

Der **Studiengang des MSc** in Chemie ist ein wissenschaftliches Studium, das eine Spezialisierung in einem bestimmten Fachgebiet erlaubt. Der MSc in Chemie eröffnet den Zugang zu verschiedenen beruflichen Tätigkeiten in Forschung, Lehre, Industrie, Wirtschaft oder Verwaltung. Der MSc ist ferner die Grundlage für die wissenschaftliche Arbeit und die vertiefte wissenschaftliche Ausbildung im Rahmen eines Doktorats. Ergänzt durch ein Zusatzfach (Biologie, Geographie, Informatik, Mathematik oder Physik) erlaubt der MSc auch den Zugang zur ergänzenden didaktischen Ausbildung für das „Fähigkeitszeugnis für das Höhere Lehramt II“.

Inhaber eines BSc in Chemie der Universität Freiburg oder einer anderen schweizerischen Hochschule sind zum Masterstudium zugelassen (Art. 7 des Reglements). Inhaber eines BSc in einem anderen Fach oder eines äquivalenten Diploms (z.B. ein Abschluss einer Ingenieurschule) können durch Beschluss der Math.-Natw. Fakultät ebenfalls zum Masterstudium zugelassen werden. Die Zulassung kann allerdings von Zusatzleistungen abhängig gemacht werden (vgl. Kap. 3.5).

1.2 Aufbau des Studiums

Das zum BSc und MSc führende Studium gliedert sich in **Unterrichtseinheiten (UE)** wie Vorlesungen, Übungen, Praktika, Seminararbeiten, Projektarbeiten usw. Jeder UE sind eine

bestimmte Anzahl **ECTS¹-Punkte** zugeordnet, die durch Evaluation (z.B. in Form von Prüfungen) in ECTS-Kredite umgewandelt werden (vgl. Kap. 1.3). Das BSc-Studium erfordert 180 ECTS-Kredite (entsprechend einer Studiendauer von 6 Semestern) und das MSc-Studium zusätzlich 90 ECTS-Kredite (entsprechend 3 Semestern).

Das BSc-Studium setzt sich aus dem **Hauptfach** im Umfang von 150 ECTS und einem wählbaren **Zusatzfach** von 30 ECTS zusammen. Das Hauptfach umfasst nebst den obligatorischen Lehrveranstaltungen in Chemie auch **drei propädeutische Fächer** (Biologie, Mathematik und Physik). Das Zusatzfach muss ausserhalb des Lehrangebots im Hauptfach gewählt werden. Unter den wählbaren Zusatzfächern bilden Biochemie, Biologie, chemische Verfahrenstechnik oder Physik eine natürliche Ergänzung. Wertvoll kann auch eine Kombination mit Informatik, Erdwissenschaften oder Mathematik sein. Für die Wahl eines anderen Zusatzfachs wird den Studierenden empfohlen, sich an den Studienberater der Chemie zu wenden.

Das MSc-Studium in Chemie setzt sich aus einer einjährigen Ausbildung, bestehend aus Vorlesungen, Praktika, Seminararbeiten, Projektarbeiten usw., und einer 4-6 Monate dauernden **Masterarbeit** zusammen. Die UE des Masterstudiengangs können aber erst nach Abschluss des BSc geprüft, bzw. validiert werden (vgl. 1.3).

Nachstehend werden Sinn und Zweck der verschiedenen Formen von UE erläutert :

- Die **Vorlesungen** führen in die wissenschaftliche Methodik und das wissenschaftliche Denken ein. Sie tragen dazu bei, die notwendigen Kenntnisse zu erwerben und die fundamentalen Konzepte zu verstehen. Sie führen ausserdem in die chemischen Modellvorstellungen ein und erläutern deren Anwendungen und Grenzen.
- Die **Übungen** ergänzen die Vorlesungen und tragen wesentlich zum Verständnis und zur Verarbeitung von Vorlesungsinhalten bei. Sie bieten Gelegenheit, die erlernten Prinzipien, chemischen Techniken und Modellvorstellungen einzuüben und anzuwenden.
- **Praktika** in experimentellen, aber auch theoretischen Gebieten bilden die Grundlage der wissenschaftlichen chemischen Arbeit. Sie geben Gelegenheit, die präparativen und analytischen Techniken der Chemie an realen Beispielen auszuführen und so die Isolations-, Reinigungs- und Charakterisierungs-, Mess- und Simulationsmethoden zu erlernen.
- **Seminararbeiten** dienen der Verarbeitung und der mündlichen Präsentation von zuvor bearbeiteten wissenschaftlichen Resultaten.
- **Projektarbeiten** bilden den ersten Schritt zur experimentellen oder theoretischen Lösung eines konkreten Problems.
- Die **Masterarbeit** wird als eigentlicher Einstieg in die wissenschaftliche Forschung unter der Leitung eines erfahrenen Forschers ausgeführt.

1.3 Evaluation von Unterrichtseinheiten (UE) und Erwerb von ECTS-Krediten

Die Zuteilung von ECTS-Krediten erfolgt in drei Schritten: Evaluation der UE, Gruppierung von UE's in Anrechnungseinheiten, sowie Anrechnung der zugehörigen ECTS-Punkte.

Übungen und Praktika werden gemäss Kriterien **evaluiert**, welche zu Beginn der Veranstaltung festgelegt werden (Anzahl abgegebener und korrekt gelöster Übungsaufgaben, erfolgreich ausgeführte Praktikumsaufgaben usw.). Die Zulassung zur Prüfung einer Vorlesung kann an die Bedingung geknüpft werden, dass die Anforderungen der zugehörigen Übungen erfüllt sind. Die Evaluation von Vorlesungen erfolgt durch mündliche und/oder schriftliche Prüfungen, deren Art und Dauer im vorliegenden Studienplan festgelegt sind. Die Prüfungen finden während der

¹ ECTS steht als Abkürzung für *European Credit Transfer System*. Ein ECTS-Punkt entspricht ungefähr 30 Stunden effektivem Arbeitsaufwand

regulären Examensperioden (Sessionen) im Frühjahr, im Sommer und im Herbst statt. Die Studierenden schreiben sich für jede Prüfung im Departementssekretariat ein, welches für die entsprechende UE verantwortlich ist. Die vorgeschriebenen Fristen sind dabei einzuhalten. Die Notenskala reicht von 6 (beste Note) bis 1 (schlechteste Note). Eine Prüfung, deren Note unter 4 liegt, kann frühestens in der darauffolgenden Session einmal wiederholt werden

Die **Anrechnungseinheiten** fassen mehrere, separat evaluierte UE zusammen. Art. 18 des Reglements bestimmt die Anzahl der Einheiten, während deren Inhalt durch den vorliegenden Studienplan festgelegt ist.

Die **ECTS-Punkte** werden gemäss Art. 19 des Reglements angerechnet, sofern

- das gewichtete Mittel der Prüfungsnoten in der Anrechnungseinheit mindestens 4 beträgt. Die Gewichtung wird durch die der UE zugeordneten Anzahl ECTS-Punkte bestimmt.
- die Evaluationskriterien der nicht geprüften UE (Praktika, Übungen usw.) erfüllt sind.

Unter dieser Voraussetzung werden die Anrechnungseinheiten validiert und die ECTS-Punkte in ECTS-Kredite umgewandelt. Auf Verlangen stellt das Dekanat eine Bestätigung aus, in welcher die Prüfungsergebnisse und die Anzahl erworbener Kredite bestätigt werden (Art. 22 des Reglements).

1.4 Unterrichtssprachen

Die Lehrveranstaltungen des BSc erfolgen in deutscher oder französischer Sprache. Die Studierenden haben hingegen die Wahl, sich in der einen oder der anderen Sprache auszudrücken. Für den Unterricht kann gelegentlich auch Englisch verwendet werden.

Für die Lehrveranstaltungen des MSc wird im Allgemeinen die englische Sprache verwendet. Prüfungen sowie schriftliche Arbeiten (Praktikumsberichte, Masterarbeit usw.) können hingegen nach Wahl in Deutsch, Französisch oder Englisch erfolgen.

1.5 Reglemente und ergänzende Informationsquellen

Weiterführende und ausführlichere Informationen betreffend das Chemiestudium finden sich in folgenden Dokumenten, die entweder über Internet zugänglich sind oder im Sekretariat des Chemiedepartements, chemin du Musée 9, CH-1700 Fribourg, bezogen werden können:

- *Zulassungsreglement der Universität Freiburg*; (www.unifr.ch/rectorat/reglements)
- *Reglement vom 2.2.2004 für die Erlangung der universitären Zertifikate („Bachelor of Science“) und der Diplome („Master of Science“)*; (www.unifr.ch/science)
- *Studienplan der propädeutischen Fächer und Zusatzfächer der Mathematischen-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg*; (www.unifr.ch/science)
- *Studienführer der Universität Freiburg*; (www.unifr.ch/guide)
- *Vorlesungsverzeichnis der Universität Freiburg*; (www.unifr.ch/main/programmecours)
- Vorlesungsbroschüre *Chemiestudium an der Universität Freiburg*, aktualisiert zu Beginn jedes Semesters; (www-chimie.unifr.ch/)
- Öffentlicher Aushang mit den Examenssessionsdaten der Math.-Natw. Fakultät für das laufende akademische Jahr.

2 Bachelor of Science (BSc)

Das Programm des BSc erstreckt sich über 3 Jahre Vollzeitstudium und entspricht 180 ECTS-Krediten. Es besteht aus dem Hauptfach Chemie (150 ECTS) und einem Zusatzfach von 30 ECTS. Die Chemielehrveranstaltungen der ersten beiden Semester vermitteln die klassischen Grundlagen der Chemie, während in den folgenden Semestern in systematischer Weise die verschiedenen Gebiete der Chemie vertieft werden.

2.1 Das erste Studienjahr

Im ersten Studienjahr in Chemie gilt es einerseits einen möglichst reibungslosen Übergang zwischen Gymnasium und Universität zu gewährleisten und gleichzeitig tragfähige Grundlagen für das weitere Studium zu legen. Die Unterrichtseinheiten des ersten Jahres sind zu einer ersten Anrechnungseinheit zusammengefasst um den Studierenden schon früh die Möglichkeit zu bieten, ihr Interesse für das Fach Chemie und ihre Fähigkeiten unter Bewährung zu stellen.

2.1.1 Unterrichtseinheiten des ersten Studienjahres

Erstes Semester (Winter)

Code	Unterrichtseinheit	Std.	ECTS
Chemie			
CH.1014	Allgemeine Chemie (mit Übungen)	6	6
CH.1024	Praktikum (Allgemeine Chemie)	6 ²⁾	3
CH.1034	Praktikum (Anorganische Chemie)	4 ³⁾	2
Propädeutische Biologie			6
Propädeutische Mathematik			6
Propädeutische Physik			6
			29

Zweites Semester (Sommer)

Code	Unterrichtseinheit	Std.	ECTS
Chemie			
CH.1054	Analytische Chemie (mit Übungen)	3	3
CH.1064	Stoffchemie (mit Übungen)	3	3
CH.1074	Chemische Grundlagen der Biochemie (mit Übungen)	3	3
CH.1084	Praktikum (Analytische Chemie)	8 ⁴⁾	4
Propädeutische Biologie (für Biologe oder Biochemiker)			6
Propädeutische Mathematik			6
Propädeutische Physik			6
			31

² Insgesamt 21 halbe Tage zu 4 Stunden im ersten Semester

³ Ein halber Tag zu 4 Stunden pro Woche

⁴ Zwei halbe Tage zu 4 Stunden pro Woche

2.1.2 Inhalt der UE des ersten Jahres

Vorlesungen

Die Vorlesung *Allgemeine Chemie* vermittelt die Grundlagen der Chemie und ergänzt die gymnasialen Chemiekennntnisse auf universitäres Niveau. Drei gleichwertige parallel geführte Vorlesungen im zweiten Semester bereiten die Studierenden auf die spezifischen Lehrinhalte der Vorlesungen des zweiten und dritten Jahres vor: während die *Analytische Chemie* die theoretischen Grundlagen des gleichnamigen Praktikums erarbeitet, gibt die Vorlesung *Chemische Grundlagen der Biochemie* einen vertieften Einblick in die biologisch relevanten Stoffklassen und deren Reaktionen, und die Vorlesung *Stoffchemie* eine Einführung in die eher materialorientierten chemischen Verbindungen sowie deren Eigenschaften und Reaktivitäten.

Praktika

Die Chemiepraktika des ersten Jahres gliedern sich in drei Teile: das *Praktikum in allgemeiner Chemie* illustriert wesentliche Konzepte der gleichnamigen Grundvorlesung anhand von konkreten Experimenten und wird von nahezu allen Hörern dieser Vorlesung besucht, während das *Praktikum in anorganischer Chemie* nur von Studierenden der Chemie, Biochemie und Pharmazie, sowie Studierenden welche Chemie als Zusatzfach belegen, besucht wird und deshalb eine wichtige Ergänzung im Hinblick auf die Praktika der folgenden Jahre darstellt. *Das Praktikum in analytischer Chemie* vermittelt die wichtigsten klassischen Analysetechniken.

Propädeutische Nebenfächer

Die Chemie ist auf mathematische Methoden und Kenntnisse in Physik angewiesen, welche durch diese propädeutischen Fächer vermittelt werden. Chemie spielt aber auch eine entscheidende Rolle in der belebten Natur, weshalb propädeutische Kenntnisse in Biologie und/oder Biochemie eine wertvolle Ergänzung darstellen. Entsprechend der späteren Wahl des Zusatzfachs können die Studierenden in diesem Bereich zwischen zwei Varianten wählen.

2.1.3 Prüfungen des ersten Jahres und Validierung

Die **Anrechnungseinheit BSc1** umfasst die Gesamtheit der UE des ersten Jahres und zählt 60 ECTS-Kredite. Leistungen in den Praktika und Übungen werden nach zu Beginn des Jahres festgelegten Kriterien evaluiert. Der Stoff der Vorlesungen wird durch folgende Prüfungen geprüft:

1. Schriftliche Prüfung (2 Stunden): *Allgemeine Chemie* (CH.1014);
2. Schriftliche (1 Stunde) und mündliche (20 Minuten) Prüfung: *Analytische Chemie* (CH.1054);
3. Mündliche Prüfung (45 Minuten): *Stoffchemie* (CH.1064) und *Chemische Grundlagen der Biochemie* (CH.1074); 2 Noten werden erteilt.

Die UE der propädeutischen Fächer werden gemäss dem *Studienplan der propädeutischen Fächer und Zusatzfächer der Mathematischen-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg* evaluiert.

Die UE des ersten Jahres müssen vor Beginn des fünften Semesters validiert sein, ansonsten kann das Chemiestudium nicht mehr weitergeführt werden.

2.2 Das zweite und dritte Studienjahr

Im zweiten und dritten Studienjahr werden parallel zum Studium im Hauptfach Chemie die UE des gewählten Zusatzfachs belegt. Die Prüfungen aller UE im Hauptfach Chemie des zweiten

und dritten Studienjahres können in beliebigen Prüfungssessionen abgelegt werden. Es obliegt den Studierenden, ihre Prüfungen so zu legen, dass das BSc-Studium in den vorgesehenen drei Jahren abgeschlossen werden kann.

2.2.1 Unterrichtseinheiten des zweiten Studienjahres

Drittes Semester (Winter)

Code	Unterrichtseinheit	Std.	ECTS
Chemie			
CH.2114	Einführung in die Komplexchemie (mit Übungen)	2	2
CH.2124	Allgemeine Instrumentalanalyse (mit Übungen)	2	2
CH.2254	Organische Instrumentalanalyse I	2	2
CH.2214	Präparative Methoden I	2	2
CH.2284	Statische Stereochemie (mit Übungen)	2	2
CH.2314	Klassische Thermodynamik (mit Übungen)	2	2
CH.2324	Statistische Thermodynamik (mit Übungen)	2	2
CH.2234	Praktikum (Synthese I)	20 ⁵⁾	10
Zusatzfach			
–	(gemäss Liste der UE des entsprechenden Departements)		<u>x</u>
			24 + x

Viertes Semester (Sommer)

Code	Unterrichtseinheit	Std.	ECTS
Chemie			
CH.2134	Gleichgewichte in Lösung (mit Übungen)	1	1
CH.2144	Ligandaustausch und Elektronentransfer (mit Übungen)	1	1
CH.2154	Stereochemie von Komplexverbindungen (mit Übungen)	1	1
CH.2164	Chemie der <i>f</i> -Block-Elemente (mit Übungen)	1	1
CH.2264	Organische Instrumentalanalyse II (mit Übungen)	2	2
CH.2224	Präparative Methoden II (mit Übungen)	2	2
CH.2294	Dynamische Stereochemie (mit Übungen)	2	2
CH.2334	Kinetik (mit Übungen)	2	2
CH.2344	Quantentheorie (mit Übungen)	2	2
CH.2274	Praktikum (Instrumentalanalyse)	16 ⁶⁾	8
Zusatzfach			
–	(gemäss Liste der UE des entsprechenden Departements)		<u>x</u>
			22 + x

Im zweiten Studienjahr können die Studierenden damit beginnen, UE im gewählten **Zusatzfach** (30 ECTS) zu belegen. Diese von den betreffenden Departementen bezeichneten UE sind im *Studienplan der Zusatzfächer der Math.-Natw. Fakultät der Universität Freiburg* aufgeführt. Die Studierenden sind verpflichtet, sich frühzeitig über dieses Fach zu informieren um möglichen Stundenplankonflikten besser ausweichen zu können.

⁵ Vier halbe Tage zu 5 Stunden pro Woche

⁶ Vier halbe Tage zu 4 Stunden pro Woche

2.2.2 Unterrichtseinheiten des dritten Studienjahres

Fünftes Semester (Winter)

Code	Unterrichtseinheit	Std.	ECTS
Chemie			
CH.3114	Modeling und Simulation (mit Übungen)	2	2
CH.3124	Symmetrie von Molekülen und Festkörpern (mit Übungen)	2	2
CH.3214	Organische Reaktionsmechanismen I (mit Übungen)	2	2
CH.3234	Biogenese sekundärer Metabolite (mit Übungen)	2	2
CH.3314	Spektroskopie I (mit Übungen)	2	2
CH.3334	Atom- und Molekülbau (mit Übungen)	2	2
CH.3394	Praktikum (Physikalische Chemie)	16 ⁷⁾	8
CH.3194	Praktikum (Infochemie)	8 ⁸⁾	4
Zusatzfach			
–	(gemäss Liste der UE des entsprechenden Departements)		x
			24 + x

Sechstes Semester (Sommer)

Code	Unterrichtseinheit	Std.	ECTS
Chemie			
CH.3134	Elektronenstruktur von Metallkomplexen (mit Übungen)	2	2
CH.3144	Katalyse und bioanorganische Chemie (mit Übungen)	2	2
CH.3224	Organische Reaktionsmechanismen II (mit Übungen)	2	2
CH.3324	Spektroskopie II (mit Übungen)	2	2
CH.3344	Spezielle Kapitel der Thermodynamik (mit Übungen)	2	2
CH.3184	Praktikum (Komplexe Synthesen)	20	10
Zusatzfach			
–	(gemäss Liste der UE des entsprechenden Departements)		x
			20 + x

2.2.3 Inhalt der UE des zweiten und dritten Jahres

Vorlesungen

- Die Vorlesungen *Einführung in die Komplexchemie, Gleichgewichte in Lösung, Ligandaustausch und Elektronentransfer, Chemie der f-Block-Elemente* und *Elektronenstruktur von Metallkomplexen* bilden die vertiefte Ausbildung in anorganischer Chemie.
- Die Vorlesungen *Präparative Methoden* und *Allgemeine bzw. Organische Instrumentalanalyse* vermitteln die theoretischen Kenntnisse für die Praktika des zweiten Jahres.
- Die Vorlesungen *Klassische* und *Statistische Thermodynamik, Kinetik* und *Quantentheorie* bilden den ersten und die Vorlesungen *Spektroskopie, Atom- und Molekülbau, Beugungsmethoden* und *Spezielle Kapitel der Thermodynamik* den zweiten Zyklus der physikalischen Chemie.
- Die Vorlesungen *Modeling und Simulation* und *Symmetrie von Molekülen und Festkörpern* vermitteln nebst gruppentheoretischen Grundlagen die notwendigen Kenntnisse für das computergestützte Praktikum *Infochemie*.
- Die Vorlesungen *Biogenese sekundärer Metabolite* und *Katalyse und bioanorganische Chemie* geben einen Einblick in die Chemie der Naturstoffe.

⁷ Vier halbe Tage zu 4 Stunden pro Woche

⁸ Das Praktikum « Infochemie », zwei halbe Tage pro Woche, kann wahlweise im Sommer oder im Winter absolviert werden, um die zeitliche Belastung durch das Zusatzfach besser auszugleichen.

- Die Vorlesungen *Statische* und *Dynamische Stereochemie* und *Stereochemie der Komplexe* sind ausschliesslich dem wichtigen Thema der Chiralität gewidmet und finden zusammen mit der Vorlesung *Organische Reaktionsmechanismen* ihre praktische Entsprechung im abschliessenden Praktikum *Komplexe Synthesen* des 6. Semesters.

Praktika

Das Praktikum des dritten Semesters ist der Synthese, Trennung und Reinigung von chemischen Verbindungen gewidmet, während das Praktikum des vierten Semesters alle gebräuchlichen instrumentalanalytischen Methoden einübt. Ein alternativ im Winter oder Sommer des dritten Jahres ausführbares *Praktikum in Infochemie* illustriert nicht nur die theoretischen Methoden der Chemie, sondern auch die spezifische Verwendung von Computern in der Chemie. Im fünften Semester illustriert ein *Praktikum in physikalischer Chemie* anhand von fortgeschrittenen Experimenten wesentliche physiko-chemische Aspekte, und im sechsten Semester rundet ein erneut der Synthese gewidmetes Praktikum unter Einbezug sämtlicher erlernter Techniken die Ausbildung zum BSc in Chemie ab.

2.2.4 Prüfungen des zweiten und dritten Jahres, Validierung

Die **Anrechnungseinheit BSc2** umfasst die UE des Hauptfachs Chemie des zweiten und dritten Studienjahres und zählt 90 ECTS-Kredite. Leistungen in den Praktika und Übungen werden nach zu Beginn des Jahres festgelegten Kriterien evaluiert. Der Stoff der Vorlesungen wird durch folgende Prüfungen geprüft:

4. Schriftliche Prüfung (3 Stunden): *Präparative Methoden* und *Organische Instrumental-analyse* (CH.2214, CH.2224, CH.2254 und CH.2264). Die Prüfungen zu den beiden Vorlesungen können auch getrennt abgelegt werden; 2 Noten werden erteilt;
5. Mündliche Prüfung (30 Minuten): *Statische* und *Dynamische Stereochemie* (CH.2284 und CH.2294); 2 Noten werden erteilt;
6. Mündliche Prüfung (45 Minuten): *Organische Reaktionsmechanismen I* und *II* (CH.3214 und CH.3224) und *Biogenese sekundärer Metabolite* (CH.3234); 3 Noten werden erteilt;
7. Schriftliche Prüfung (3 Stunden): *Klassische* und *Statistische Thermodynamik* (CH.2314 und CH.2324), *Kinetik* (CH.2334) und *Quantentheorie* (CH.2344); 4 Noten werden erteilt;
8. Mündliche Prüfung (60 Minuten): *Spektroskopie I* und *II* (CH.3314 und CH.3324), *Atom- und Molekülbau* (CH.3334) und *Spezielle Kapitel der Thermodynamik* (CH.3344); 4 Noten werden erteilt;
9. Mündliche Prüfung (60 Minuten): *Einführung in die Komplexchemie* (CH.2114) und *Allgemeine Instrumentalanalyse* (CH.2124); 2 Noten werden erteilt;
10. Mündliche Prüfung (60 Minuten): *Gleichgewichte in Lösung* (CH.2134), *Ligandaustausch und Elektronentransfer* (CH.2144), *Stereochemie von Komplexverbindungen* (CH.2154) und *Chemie der f-Block-Elemente* (CH.2164); 4 Noten werden erteilt;
11. Mündliche Prüfung (60 Minuten): *Modeling und Simulation* (CH.3114) und *Symmetrie von Molekülen und Festkörpern* (CH.3124); 2 Noten werden erteilt;
12. Mündliche Prüfung (60 Minuten): *Elektronenstruktur von Metallkomplexen* (CH.3134) und *Katalyse und bioanorganische Chemie* (CH.3144); 2 Noten werden erteilt.

Die **Anrechnungseinheit BSc3** umfasst die UE des Zusatzfachs, das gemäss dem Studienplan dieses Fachs evaluiert wird. Es gibt Anrecht auf 30 ECTS-Kredite. Ein nicht bestandenes Nebenfach kann durch ein anderes ersetzt werden.

Die Anrechnung der Pakete BSc1, BSc2 und BSc3 berechtigt zum Titel Bachelor of Science (BSc) in Chemie.

3 Master of Science (MSc)

Das Programm des MSc in Chemie erstreckt sich über anderthalb Jahre und entspricht 90 ECTS-Punkten. Es besteht aus vier Ausbildungsmodulen von je 15 ECTS-Punkten. Diese Module bestehen aus Vorlesungen, Seminarien und Praktika oder Projektarbeiten. Sie vermitteln thematisch fokussierte, spezifische Kenntnisse und Fähigkeiten auf einem fortgeschrittenen Niveau und können sowohl in Fribourg, wie auch im Rahmen der BENEFRI-Konvention in Bern oder Neuchâtel, sowie teilweise (bis zum Umfang von höchstens zwei Modulen) an anderen Departementen der Math.-Natw. Fakultät aquiriert werden. Das Masterstudium wird durch eine Masterarbeit im Umfang von 30 ECTS-Punkten abgeschlossen.

Die UE des MSc können erst nach Erhalt des BSc Zertifikats evaluiert und validiert werden.

3.1 Unterrichtseinheiten des MSc

Winter- und/oder Sommersemester

Code	Unterrichtseinheit	Std.	ECTS
Zur Wahl im Chemiedepartement			
CH.4114	Analytical Chemistry (lectures)	5-7	
CH.4124	Analytical Chemistry (lab work or project)	8-10	15
CH.4134	Analytical Chemistry (seminar)	1	
CH.4214	Advanced Synthetic Tools (lectures)	5-7	
CH.4224	Advanced Synthetic Tools (lab work or project)	8-10	15
CH.4314	Polymers (lectures)	5-7	
CH.4324	Polymers (lab work)	8-10	15
CH.4334	Polymers (seminar)	1	
CH.4414	Quantum Chemistry and Spectroscopy (lectures)	5-7	
CH.4424	Quantum Chemistry and Spectroscopy (project)	8-10	15
CH.4514	Computational Chemistry (lectures)	5-7	
CH.4524	Computational Chemistry (project)	8-10	15
CH.4534	Computational Chemistry (seminar)	1	
Andere Wahlmöglichkeiten			
–	Advanced Materials I (lectures and lab work)	12	16
–	UE anderer Departemente	x	x

3.2 Inhalt der UE des MSc

Vorlesungen

Alle Module bestehen schwergewichtig aus thematisch gruppierten Vorlesungen mehrerer Dozenten. Zur Auswahl stehen im Chemiedepartement unter Mitwirkung der Ingenieurschule Fribourg und Dozenten aus Bern und Neuchâtel folgende Themen:

- *Analytical Chemistry* (Statistics, sample preparation, analytical methods, analytics in industry, validation);

- *Computational Chemistry* (Quantum chemical methods, molecular mechanics, molecular dynamics);
- *Polymers* (Polymer synthesis, properties and applications of polymers, polymer characterisation, macromolecular chemistry, dendrimers, biopolymers);
- *Quantum Chemistry and Spectroscopy* (Interaction of radiation field and matter, femtosecond reaction dynamics, excited states and magnetism, computation of Rayleigh and Raman scattering, Fourier transform infrared spectroscopy, photoelectron spectroscopy);
- *Advanced Synthetic Tools* (Asymmetric synthesis of complex molecules, transition metals in synthesis, chemistry of unpaired electrons, supramolecular and biopolymer chemistry).

Diese Auswahl kann durch Angebote im Rahmen von BeNeFri und durch Kurse an den Universitäten Bern und Neuchâtel erweitert werden. Spezielle Erwähnung findet ein von Physik und Chemie gemeinsam getragenes BeNeFri-Modul *Advanced materials*.

Die Studierenden können ausserdem bis zu einem Umfang von maximal 30 ECTS auch Lehrveranstaltungen anderer naturwissenschaftlicher Fächer belegen. Diese letztgenannte Möglichkeit soll insbesondere erlauben, einen BSc/MSc in Chemie mit einem auf 60 ECTS-Punkte verstärkten Zusatzfach zu erwerben, eine Kombination, welche insbesondere für die Erlangung einer Lehrbefähigung auf der höheren Sekundarschulstufe (DAES II) erforderlich ist.

Seminarien

Gewisse Module enthalten nebst Vorlesungen und praktischer Arbeit auch ein Seminar, in welchem jeder Teilnehmer/jede Teilnehmerin einen aktiven Beitrag in Form eines Seminarvortrags über ein zuvor aus der wissenschaftlichen Literatur erarbeitetes Thema leistet.

Praktika / Projektarbeiten

Jedes Modul enthält als integralen Teil auch von den Studierenden selbst auszuführende experimentelle Arbeiten. Diese können aus geführten Praktika in auf die Vorlesungen abgestimmten Gebieten oder projektorientierten Arbeiten bestehen.

3.3 Masterexamen (MSc) und Validierung

Die Gesamtheit der UE des ersten Jahres des MSc Studiums, d.h. die Summe der 4 Module, bildet die **Anrechnungseinheit MSc1** im Umfang von 60 ECTS-Krediten. Die Evaluierung von praktischen Kursen, Seminararbeiten und Projektarbeiten erfolgt nach Kriterien, welche zu Semester- bzw. Arbeitsbeginn festgelegt und angekündigt werden. Die Vorlesungen der einzelnen Module werden mündlich oder schriftlich, oder kombiniert schriftlich und mündlich geprüft, wobei jedes der vier Module geprüft wird. Je nach gewähltem Module gelangen folgende Prüfungsmodi zur Anwendung:

13. Mündliche Prüfung (60 Minuten): Module *Polymers* (CH.4314), *Computational Chemistry* (CH.4514) und *Quantum Chemistry and Spectroscopy* (CH.4414); 3 Noten werden erteilt;
14. Schriftliche Prüfung (2 Stunden) und mündliche Prüfung (60 Minuten): Module *Advanced Synthetic Tools* (CH.4214) und *Analytical Chemistry* (CH.4114). 2 Noten werden erteilt;

Das Modul *Advanced materials* wird entsprechend den Vorschriften jener Institution evaluiert, welche für seine Durchführung verantwortlich ist.

3.4 Masterarbeit und Validierung

Die Masterarbeit (CH.5014) bildet die **Anrechnungseinheit MSc2**. Mit der Masterarbeit kann erst begonnen werden, wenn wenigstens die Hälfte der Module der Anrechnungseinheit MSc1 evaluiert worden sind.

Die Masterarbeit, entsprechend 30 ECTS-Kredite dauert in der Regel 4-6 Monate (Referenzgrösse: mindestens 900 Stunden Arbeit, schriftliche Abfassung inbegriffen) und stellt eine Einführung in die wissenschaftliche Forschung dar. Idealerweise wird sie im dritten Semester des Masterstudiums ausgeführt und bildet die Krönung des Studiums. Diese Forschungsarbeit wird unter der Leitung eines erfahrenen Forschers ausgeführt. Sie soll den Studierenden ermöglichen, ihre Motivation und ihre Eignung für die Durchführung von selbständiger Forschung zu testen. Die Arbeit wird schriftlich in Form eines wissenschaftlichen Textes und mündlich in einem Vortrag von 30 Minuten Dauer präsentiert.

Die schriftliche Arbeit wird von zwei Dozenten des Departements Chemie evaluiert und mit einer Note zwischen 6 (beste Note) und 1 (schlechteste Note) bewertet. Einer der beiden Dozenten erstellt daraufhin einen schriftlichen Bericht. Die Masterarbeit gilt als validiert, wenn sie mindestens die Note 4 erhält. Eine als ungenügend bewertete Masterarbeit kann mit neuem Thema einmal wiederholt werden.

Die Validierung der Pakete MSc1 und MSc2 berechtigt den Titel Master of Science (MSc) in Chemie zu führen.

3.5 Vorbereitungsstudium (Passarelle) für das Masterstudium

3.5.1 Zulassungsverfahren

Die Zulassung zum Masterstudium in Chemie ist an zwei Bedingungen geknüpft: Erfüllen der Zulassungsbedingungen der Universität, wie sie im *Zulassungsreglement der Universität Freiburg* festgelegt sind, und Inhaber(in) eines Bachelor in Chemie der Universität Freiburg oder eines von der Fakultät als äquivalent anerkannten Titels.

Die Fakultät führt eine Liste der als äquivalent anerkannten Titel. Inhaber(innen) eines Titels aus dieser Liste sind automatisch zugelassen. Besitzer(innen) eines nicht in dieser Liste aufgeführten Titels können einen Bewerbungsantrag stellen, über dessen Annahme die vom Fakultätsrat eingesetzte *Studentengesuchskommission* entscheidet.

Je nach Vorbildung kann die Studentengesuchskommission ihre Zustimmung an das Erbringen von Zusatzleistungen knüpfen, die, falls sie ein geringes Ausmass haben, parallel zum Masterstudium absolviert werden können. Andernfalls werden die Bewerber(innen) zum „Prämasterstudium“ zugelassen und können das eigentliche Masterstudium erst aufnehmen, wenn die Bedingungen erfüllt sind.

3.5.2 Standardpassarellen

Für bestimmte Kategorien von Bewerber(inne)n gelten generell festgelegte Zusatzstudien (Passarellen):

- Bachelor HES-SO in Chemie: Vorlesungen und Praktika im Umfang von 30 ECTS-Punkten, die parallel zum Masterstudium absolviert werden können. Die Lehrveranstaltungen dieser Passarelle müssen vor Beginn der Masterarbeit validiert sein.

Detaillierte Beschreibungen dieser Standardpassarellen bilden einen Anhang zu diesem Studienplan und können im Dekanat der Math.-Natw. Fakultät oder beim Studienberater bezogen werden.