

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG SUISSE
FACULTÉ DES SCIENCES

UNIVERSITÄT FREIBURG SCHWEIZ
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT

Studienplan für den Erwerb des

**Bachelor of Science in
Chemie**

und des

**Master of Science in
Chemistry**

Angenommen von der Math-Natw. Fakultät den 22. März 2004
Revidierte Version vom 18. Juni 2007



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1 Allgemeines	3
1.1 Universitäre Titel und Studiengänge.....	3
1.2 Aufbau des Studiums	3
1.3 Erlangte Kompetenzen	4
1.4 Evaluation von Unterrichtseinheiten (UE) und Erwerb von ECTS-Krediten	5
1.5 Unterrichtssprachen	5
1.6 Wissenschaftsethik.....	6
1.7 Reglemente und ergänzende Informationsquellen.....	6
2 Bachelor of Science (BSc)	7
2.1 Das erste Studienjahr.....	7
2.1.1 Unterrichtseinheiten des ersten Studienjahres	7
2.1.2 Inhalt der UE des ersten Jahres.....	8
2.1.3 Prüfungen des ersten Jahres und Validierung.....	8
2.2 Das zweite und dritte Studienjahr	8
2.2.1 Unterrichtseinheiten des zweiten Studienjahres	9
2.2.2 Unterrichtseinheiten des dritten Studienjahres	10
2.2.3 Inhalt der UE des zweiten und dritten Jahres.....	10
2.2.4 Prüfungen des zweiten und dritten Jahres, Validierung.....	11
3 Master of Science (MSc)	13
3.1 Unterrichtseinheiten des MSc.....	13
3.2 Inhalt der UE des MSc	14
3.3 Masterexamen (MSc) und Validierung.....	14
3.4 Masterarbeit und Validierung.....	15
3.5 Vorbereitungsstudium (Passarelle) für das Masterstudium.....	15
3.5.1 Zulassungsverfahren.....	15
3.5.2 Standardpassarellen	16

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 Bachelor of Science und der 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 :

- **Bachelor of Science in Chemie**, im folgenden **BSc** genannt.
- **Master of Science in Chemistry**, 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-

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

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 Erlangte Kompetenzen

Mit dem Abschluss eines **BSc in Chemie** hat sich der/die StudentIn die wissenschaftlichen Grundlagen, allgemeinen Kenntnisse sowie einen Überblick über das Fach Chemie angeeignet. Er/Sie hat die Kompetenz erlangt, fachliche Zusammenhänge zu erkennen und ein kritisches Denken entwickelt, welches es ihm/ihr erlauben wird ein vertiefendes Studium zu beginnen und sich für ein Spezialgebiet des Bereiches zu entscheiden.

Mit jedem **propädeutischen Fach** erwirbt der/die StudentIn Grundkenntnisse in einem Gebiet, das nicht direkt zum Hauptfach gehört, aber für dessen besseres Verständnis wichtig ist. Zudem erweitern die propädeutischen Fächer den wissenschaftlichen Horizont des/der StudentenIn.

Mit einem **Zusatzfach** im Rahmen des BSc entwickelt der/die StudentIn einen Zugang zur Interdisziplinarität, der es ihm/ihr erleichtern wird mit Fachleuten anderer Disziplinen zu kommunizieren und zusammen zu arbeiten.

Dank der **zweisprachigen Ausbildung** kennt der/die StudentIn die Fachbegriffe in beiden Sprachen und ist fähig, einen Dialog mit Fachleuten deutscher und französischer Sprache zu führen.

Nach Abschluss des **MSc in Chemistry** besitzt der/die StudentIn vertiefte Kenntnisse und Fähigkeiten im Hauptfach wie auch der wissenschaftlichen englischen Sprache. Er/Sie hat die Kompetenz erworben, gespeichertes Wissen in einem Forschungsprojekt sinnvoll anzuwenden. Dadurch hat er/sie die wissenschaftliche Reife erlangt, unabhängig zu arbeiten und sich in einem Fachgremium oder einer interdisziplinären Gruppe einzubringen. Er/Sie wird fähig sein, Probleme kritisch und kreativ anzugehen und die eigenen Ideen, Gesichtspunkte und Vorhaben ändern in der Muttersprache wie auch auf Englisch zu kommunizieren.

1.4 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 regulären Examensperioden (Sessionen) im Frühjahr, im Sommer und im Herbst statt. Für jede Prüfung schreiben sich die Studierenden on-line (gestens.unifr.ch/sc) innerhalb der vorgesehenen Frist ein, über den persönlichen Zugang mit dem von der Universität gegebenen Passwort. Die Prüfung bezieht sich auf die Materie der zuletzt unterrichteten UE. Ausnahmen werden vom betreffenden Departement und/oder verantwortlichen Dozenten mitgeteilt. 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).

1.5 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.

1.6 Wissenschaftsethik

Ethische Prinzipien gehören auch in die wissenschaftliche Ausbildung. Die Grundsätze der Ethik verlangen, dass auch in der wissenschaftlichen Ausbildung die international anerkannten Regeln beachtet werden. Insbesondere sind bei der Anfertigung einer wissenschaftlichen Arbeit (Projekt, Seminar, Bachelor- oder Masterarbeit, Bericht usw.) alle Quellen (Zeitschriftenartikel, mündliche Mitteilungen, Internetseiten usw.) korrekt zu zitieren.

1.7 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 Bachelor of Science und der 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.

Alle Studierenden haben einen privaten gesicherten Raum zur Verfügung, welcher über das Passwort des E-mail-Dienstes der Universität zugänglich ist. Dieser Raum wird über „Connexion“ auf www.unifr.ch/science/gestens erreicht. Dort können die Einschreibung für die Vorlesungen und Prüfungen vorgenommen, die registrierten Resultate eingesehen, das Bestätigungsverfahren in Gang gesetzt werden usw.

2 Bachelor of Science (BSc)

[Version 2007, Anrechnungseinheiten: BP1-CH.1028, BP2-CH.1029]

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 (Herbst)

Code	Unterrichtseinheit	Std.	ECTS
Chemie			
CH.1014	Allgemeine Chemie (mit Übungen)	6	6
CH.1035	Praktikum in allgemeiner und anorganischer Chemie	10 ²⁾	5
	Propädeutische Biologie		6
	Propädeutische Mathematik		6
	Propädeutische Physik		6
			29

Zweites Semester (Frühling)

Code	Unterrichtseinheit	Std.	ECTS
Chemie			
CH.1054	Analytische Chemie (mit Übungen)	3	3
CH.1067	Chemie der Elemente (mit Übungen)	3	3
CH.1077	Struktur und Reaktivität organischer Moleküle (mit Übungen)	3	3
CH.1084	Praktikum (Analytische Chemie)	8 ³⁾	4
	Propädeutische Biologie (für Biologe oder Biochemiker)		6
	Propädeutische Mathematik		6
	Propädeutische Physik		6
			31

²⁾ Insgesamt 35 halbe Tage zu 4 Stunden im ersten Semester

³⁾ 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 zwei Teile: das *Praktikum in anorganischer Chemie* illustriert wesentliche Konzepte der Grundvorlesung *Allgemeine Chemie* anhand von konkreten Experimenten und bildet eine wichtige Vorbereitung im Hinblick auf die Praktika der folgenden Jahre. *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. *Allgemeine Chemie* (CH.1014): schriftliche Prüfung (2 Stunden);
2. *Analytische Chemie* (CH.1054): schriftliche (1 Stunde) Prüfung;
3. *Chemie der Elemente* (CH.1067) und *Struktur und Reaktivität organischer Moleküle* (CH.1077): schriftliche Prüfung (60 Minuten pro Vorlesung), 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 Semesters⁴ 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

⁴ Die Prüfungssession vom September, die vor Beginn des neuen akademischen Jahres stattfindet, ist Teil des Frühlingsemester

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 (Herbst)

Code	Unterrichtseinheit	Std.	ECTS
Chemie			
CH.2114	Einführung in die Komplexchemie (mit Übungen)	2	2
CH.2127	Allgemeine Instrumentalanalyse I (mit Übungen)	1	1
CH.2254	Organische Instrumentalanalyse I	2	2
CH.2214	Präparative Methoden I	2	2
CH.2287	Stereochemie (mit Übungen)	2	2
CH.2314	Klassische Thermodynamik (mit Übungen)	2	2
CH.2324	Statistische Thermodynamik (mit Übungen)	2	2
CH.2357	Einführung in die Molekülorbitaltheorie	1	1
CH.2235	Praktikum (Synthese I)	16 ⁵⁾	8
Zusatzfach			
–	(gemäss Liste der UE des entsprechenden Departements)		<u>x</u>
			22 + x

Viertes Semester (Frühling)

Code	Unterrichtseinheit	Std.	ECTS
Chemie			
CH.2017	Chemie im Alltag (Projekt)	1	2
CH.2137	Allgemeine Instrumentalanalyse II (mit Übungen)	1	1
CH.2147	Komplexchemie	1	1
CH.2157	Symmetrie der Moleküle	2	2
CH.2224	Präparative Methoden II (mit Übungen)	2	2
CH.2264	Organische Instrumentalanalyse II (mit Übungen)	2	2
CH.2297	Stereoselektive Synthese (mit Übungen)	2	2
CH.2334	Kinetik (mit Übungen)	2	2
CH.2344	Einführung in die Quantenmechanik (mit Übungen)	2	2
CH.2274	Praktikum (Instrumentalanalyse)	16 ⁶⁾	8
Zusatzfach			
–	(gemäss Liste der UE des entsprechenden Departements)		<u>x</u>
			24 + 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 4 Stunden pro Woche

⁶⁾ Vier halbe Tage zu 4 Stunden pro Woche

2.2.2 Unterrichtseinheiten des dritten Studienjahres**Fünftes Semester (Herbst)**

Code	Unterrichtseinheit	Std.	ECTS
Chemie			
CH.3117	Rechnungsmethoden für Chemie (Vorlesung mit Praktikum)	5	3
CH.3127	Supramolekulare Chemie (mit Übungen)	2	2
CH.3214	Organische Reaktionsmechanismen I (mit Übungen)	2	2
CH.3317	Spektroskopie (mit Übungen)	2	2
CH.3334	Atom- und Molekülbau (mit Übungen)	2	2
CH.3394	Praktikum (Physikalische Chemie)	16 ⁷⁾	8
Zusatzfach			
–	(gemäss Liste der UE des entsprechenden Departements)		x
			19 + x

Sechstes Semester (Frühling)

Code	Unterrichtseinheit	Std.	ECTS
Chemie			
CH.3134	Elektronenstruktur von Metallkomplexen (mit Übungen)	2	2
CH.3237	Bioorganische Chemie (mit Übungen)	2	2
CH.3144	Katalyse und bioanorganische Chemie (mit Übungen)	2	2
CH.3224	Organische Reaktionsmechanismen II (mit Übungen)	2	2
CH.3327	Elektronenspektroskopie (mit Übungen)	2	2
CH.3347	Ausgewählte Kapitel der Thermodynamik (mit Übungen)	1	1
CH.3377	Molecular Modeling	5	3
CH.3357	Molekülorbitaltheorie	1	1
CH.3184	Praktikum (Komplexe Synthesen)	20	10
Zusatzfach			
–	(gemäss Liste der UE des entsprechenden Departements)		x
			25 + x

2.2.3 Inhalt der UE des zweiten und dritten JahresVorlesungen

- Die Vorlesungen *Einführung in die Komplexchemie* (CH.2114), *Komplexchemie* (CH.2147), *Elektronenstruktur von Metallkomplexen* (CH.3134) und *Supramolekulare Chemie* (CH.3127) bilden die vertiefte Ausbildung in anorganischer Chemie.
- Die Vorlesungen *Präparative Methoden I und II* (CH.2214, CH.2224) und *Allgemeine Instrumentalanalyse I und II* (CH.2127, CH.2137) und *Organische Instrumentalanalyse* (CH.2254, CH.2264) vermitteln die theoretischen Kenntnisse für die Praktika des zweiten Jahres.
- Die Vorlesungen *Einführung in die Molekülorbitaltheorie* (CH.2357), *Klassische und Statistische Thermodynamik* (CH.2314, CH.2324), *Kinetik* (CH.2334) und *Einführung in die Quantentheorie* (CH.2344) bilden den ersten und die Vorlesungen *Spektroskopie, Elektronenspektroskopie* (CH.3317, CH.3327), *Atom- und Molekülbau* (CH.3334), *Molekülorbitaltheorie* (CH.3357) und *Ausgewählte Kapitel der Thermodynamik* (CH.3347) den zweiten Zyklus der physikalischen Chemie.
- Die Vorlesungen *Rechnungsmethoden für Chemie* (CH.3117), *Molecular Modeling* (CH.3377) und *Symmetrie von Molekülen* (CH.2157) vermitteln nebst gruppentheoretischen

⁷ Vier halbe Tage zu 4 Stunden pro Woche

Grundlagen die notwendigen Kenntnisse für das entsprechende computergestützte Praktikum.

- Die Vorlesungen *Bioorganische Chemie* (CH.3237) und *Katalyse und bioorganische Chemie* (CH.3144) geben einen Einblick in die Chemie der Naturstoffe.
- Die Vorlesungen *Stereochemie* (CH.2287) und *Stereoselektive Synthese* (CH.2297) sind dem wichtigen Thema der Chiralität gewidmet und finden zusammen mit der Vorlesung *Komplexchemie* (CH.2147) und *Organische Reaktionsmechanismen I und II* (CH.3214, CH.3224) ihre praktische Entsprechung im abschliessenden Praktikum *Komplexe Synthesen* des 6. Semesters.
- Die *Chemie im Alltag* (CH.2017), in einer Projektarbeit mit abschliessendem Seminar setzt sich der/die StudentIn mittels Experimenten mit chemischen Phänomenen auf Basis eines konkreten Beispiels aus dem Alltag auseinander.

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. Die Praktika zu Rechnungsmethoden für Chemie sowie Molecular Modeling illustrieren nicht nur die theoretischen Methoden der Chemie, sondern auch die spezifische Verwendung von Computern in der Chemie und sind die einzigen Praktika, die mit einer mündlichen Prüfung in Verbindung mit den entsprechenden Vorlesungen abgeschlossen werden. 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. *Präparative Methoden* (CH.2214 und CH.2224): schriftliche Prüfung (2 Stunden), 2 Noten werden erteilt;
5. *Allgemeine Instrumentalanalyse I und II* (CH.2127 und 2137): mündliche Prüfung (30 Minuten) 1 Note wird erteilt;
6. *Organische Instrumentalanalyse I und II* (CH.2254 und CH.2264): schriftliche Prüfung (3 Stunden), 1 Note wird erteilt;
7. *Stereochemie und Stereoselektive Synthese* (CH.2287 und 2297): mündliche Prüfung (60 Minuten), 2 Noten werden erteilt;
8. *Organische Reaktionsmechanismen I und II* (CH.3214 und 3224): mündliche Prüfung (60 Minuten), 2 Noten werden erteilt;
9. *Bioorganische Chemie* (CH.3237) und *Katalyse und bioorganische Chemie* (CH.3144): mündliche Prüfung (60 Minuten), 2 Noten werden erteilt;
10. *Klassische und Statistische Thermodynamik* (CH.2314 und CH.2324), *Kinetik* (CH.2334) und *Einführung in die Quantenmechanik* (CH.2344): schriftliche Prüfung (4 Stunden), 4 Noten werden erteilt;
11. *Spektroskopie und Atom- und Molekülbau* (CH.3317 und CH.3334): mündliche Prüfung (60 Minuten), 2 Noten werden erteilt;
12. *Elektronenspektroskopie* (CH.3327) und *Molekülorbitaltheorie* (CH.3357) und *Ausgewählte Kapitel der Thermodynamik* (CH.3347): mündliche Prüfung (60 Minuten), 3 Noten werden erteilt;

13. *Einführung in die Komplexchemie* (CH.2114) und *Komplexchemie* (CH.2147): mündliche Prüfung (45 Minuten), 2 Noten werden erteilt;
14. *Einführung in die Molekülorbitaltheorie* (CH.2357) und *Symmetrie der Moleküle* (CH.2157): mündliche Prüfung (60 Minuten), 2 Noten werden erteilt;
15. *Supramolekulare Chemie* (CH.3127) und *Elektronenstruktur von Metallkomplexen* (CH.3134): mündliche Prüfung (60 Minuten), 2 Noten werden erteilt;
16. *Rechnungsmethoden für Chemie* (CH.3117) und *Molecular Modeling (Vorlesung und Praktikum)* (CH.3377): mündliche Prüfung (60 Minuten), 2 Noten werden erteilt;
17. *Chemie im Alltag* (CH.2017): für das Projekt, das entsprechende Experimente und ein Seminar beinhaltet wird 1 Note 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 bestandenenes Nebenfach kann durch ein anderes ersetzt werden.

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

3 Master of Science (MSc)

[Version 2006, Anrechnungseinheiten: MSc1-CH.1008, MSc2-CH.1004]

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

Herbst- und/oder Frühlingsemester

Code	Unterrichtseinheit	Std.	ECTS
Zur Wahl im Chemiedepartement			
<i>MO-CH.4105</i>	<i>Analytical Chemistry Module, bestehend aus:</i>		
CH.4115	Analytical Chemistry Part A (lectures)	3	4
CH.4124	Analytical Chemistry (lab work or project)	8	6
CH.4125	Analytical Chemistry Part B (lectures)	3	4
CH.4134	Analytical Chemistry (seminar)	1	1
<i>MO-CH.4205</i>	<i>Advanced Synthetic Tools Module, bestehend aus:</i>		
CH.4215	Advanced Synthetic Tools Part A (lectures)	2	3
CH.4224	Advanced Synthetic Tools (lab work or project)	8	5
CH.4225	Advanced Synthetic Tools Part B (lectures)	4	6
CH.4234	Advanced Synthetic (seminar)	1	1
<i>MO-CH.4307</i>	<i>Materials Module, bestehend aus:</i>		
CH.4317	Polymer Based Materials (lectures)	2	3
CH.4327	Solid State Materials (lectures)	4	6
CH.4337	Materials Analysis (seminar)	1	1
CH.4347	Materials (lab work)	8	5
<i>MO-CH.4404</i>	<i>Quantum Chemistry and Spectroscopy Module, bestehend aus:</i>		
CH.4414	Femtosecond Reaction Dynamics (lecture)	2	3
CH.4424	Quantum Chemistry (lecture)	2	3
CH.4434	Interaction of the Radiation Field with Matter (lecture)	2	3
CH.4444	Quantum Chemistry and Spectroscopy (laboratory course and seminar)	9	6
<i>MO-CH.4505</i>	<i>Molecular Modelling Module, bestehend aus:</i>		
CH.4515	Molecular Modelling (lectures)	6	9
CH.4525	Molecular Modelling (project)	8	5
CH.4535	Molecular Modelling (seminar)	1	1
Andere Wahlmöglichkeiten			
<i>BeNeFri</i>	<i>Advanced Materials (lectures and lab work)</i>	12	16
<i>MO-PH.xxxx</i>	<i>Physics Module (for chemists)</i>	-	15
	<i>Master Modules from other Departments</i>	-	15
			60

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);
- *Molecular Modelling* (Quantum chemical methods, molecular mechanics, molecular dynamics);
- *Materials* (Polymer synthesis, properties and applications; Solid state chemistry, soft matter, oxide materials, superconductors, surface coating; typical methods for solid state analysis);
- *Quantum Chemistry and Spectroscopy* (Interaction of radiation field and matter, femto-second 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:

18. Mündliche Prüfungen von je 30 Minuten für die Unterrichtseinheiten: *Analytical Chemistry, Part A* (CH.4115); *Advanced Synthetic Tools, Part A* (CH.4215); *Polymer Based Materials* (CH.4317);

19. Mündliche Prüfungen von je 30 Minuten in derselben Prüfungssession für die Unterrichtseinheiten der *Quantum Chemistry and Spectroscopy*, (CH.4414, CH.4424, CH.4434), 3 Noten werden erteilt;
20. Schriftliche Prüfungen von je 2 Stunden für die Unterrichtseinheiten: *Analytical Chemistry Part B* (CH.4125); *Advanced Synthetic Tools, Part B* (CH.4225); *Solid State Materials* (CH.4327);
21. Mündliche Prüfung von 60 Minuten für die Unterrichtseinheit : *Molecular Modelling* (CH.4515).

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 in Chemistry, University of Fribourg (MSc)** 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 „Prämaster-

studium“ 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.