

## Fachspezifische Empfehlungen

für die Akkreditierung von Bachelor- und Master-Studiengängen in den Biowissenschaften

**des Verbandes Deutscher Biologen und biowissenschaftlicher Fachgesellschaften  
vom 8. Juli 2004**

### Historischer Hintergrund

„Biologen“ gibt es von der Berufsbezeichnung her eigentlich erst im 20. Jahrhundert. Große Biologen - einen Gregor Mendel etwa oder Charles Darwin - gab es natürlich auch schon zuvor, aber sie wurden nicht so genannt. Bis Mitte des 20. Jahrhundert gab es nur wenige Möglichkeiten, ein biowissenschaftliches Studium zu absolvieren. Dieses wurde entweder mit dem Staatsexamen oder/und der Promotion abgeschlossen. In den Jahren des Wiederaufbaus - an einigen Technischen Hochschulen, in den beiden folgenden Jahrzehnten dann fast überall, wurde das Biologie-Diplom mit festem Studienplan (später bundeseinheitlich geregelt durch verbindliche Rahmenordnungen) eingeführt. Das Diplom sollte einen frühen Studienabschluss fördern, aber auch den Zugang zur Promotion und damit zur Forschung regeln. Durch die fachliche Diversifizierung etablierten sich in den letzten Jahrzehnten eine Reihe von biowissenschaftlichen Spezialdisziplinen, die sich in eigenständigen Diplomstudiengängen (z.B. Biochemie, Biotechnologie, Ökologie) niederschlugen.

Im Rahmen des Bologna-Prozesses und im Einklang mit den vdbiol-Empfehlungen zur Einführung von Bachelor/ Master-Studiengängen in den Biowissenschaften wurden ab Ende der 90er Jahre von immer mehr Fachbereichen Bachelor/ Master-Studiengänge eingerichtet. Dabei stehen neben der **internationalen Harmonisierung** und **Modularisierung** bei der Einführung der neuen Studiengänge (incl. Einführung von Kreditpunkten (cp) nach ECTS) auch **eine inhaltliche Neuordnung** der biowissenschaftlichen Studiengänge an. Diese muss dem überproportional steigenden Wissenszuwachs in den Biowissenschaften und ihren Grenzgebieten mit einer kontinuierlichen Anpassung der Studieninhalte Rechnung tragen.

Die **Namensvielfalt bei den biowissenschaftlichen Studiengängen** hat bereits dramatisch zugenommen. Um einer Begriffsverwirrung vorzubeugen, hat der vdbiol folgende fachspezifischen Hinweise als Empfehlungen des vdbiol formuliert, die die allgemeinen Kriterien der Akkreditierungsagenturen ergänzen sollen. Sie sollen keinesfalls die auslaufenden Diplom-Rahmenordnungen ersetzen, sondern orientierende Hilfestellung für die Einführung der neuen Studiengänge sein.

Bei der Erarbeitung der Empfehlungen waren neben Fachkollegen aus dem Verband Deutscher Biologen und biowissenschaftlicher Fachgesellschaften (vdbiol) und der Konferenz biologischer Fachbereiche (KBF) die Akkreditierungsagentur ASIIN eingebunden. Insbesondere wurden auch die Empfehlungen des vdbiol zur Einführung neuer Studiengänge in der Biologie Bachelor (B.Sc.) und Master (M.Sc.) berücksichtigt, die von der KBF am 30. April 1999 in Karlsruhe als allgemeingültige Empfehlung für die biologischen Fakultäten verabschiedet und von der Hochschulrektorenkonferenz (HRK) als empfehlenswertes Muster an alle naturwissenschaftlichen Fakultäten weitergeleitet wurde.

## Fachspezifische Empfehlungen

für die Akkreditierung von Bachelor- und Master-Studiengängen in den Biowissenschaften

### 1. Vorbemerkung

In den folgenden Listen und Tabellen werden Inhalte und curriculare Anteile von Bachelor- und Master-Studiengängen der Biowissenschaften dargestellt sowie fachbereichsübergreifender Studiengänge, in denen auch biowissenschaftliche Anteile enthalten sind. Die Beschreibungen sind als Richtwerte konzipiert, die begründete Abweichungen zulassen und als Orientierung für die Antragstellung und Begutachtung von Studiengängen im Akkreditierungsverfahren dienen sollen. Die fachspezifischen ergänzenden Hinweise spiegeln den aktuellen Stand einer qualifizierten Ausbildung in den Biowissenschaften wider und bedürfen der regelmäßigen Anpassung an die sich fortentwickelnde Wissenschaft und Praxis.

### 2. Aufbau des Studiums

Die vielfältigen Möglichkeiten zur Neuorientierung und Spezialisierung der neuen Studiengänge der Biologie erfordern, dass der Titel eines Studienganges die zentralen Inhalte widerspiegelt. Bei der Auswahl der Inhalte ist in besonderem Maße auf die Berufsbefähigung zu achten. Die Module eines Studienganges – sie bestehen in der Biologie i. d. R. aus Vorlesung, Übungen, Praktika und/oder Seminar – sollten in sich sinnvoll aufgebaut und mit den fachlich benachbarten Modulen abgestimmt werden. Insbesondere sind Regelungen zu treffen, die eine Akkumulation **redundanter Lehrangebote** konsequent vermeiden.

#### 2.1 Bachelor of Science, B.Sc.

Neben der Einführung in die biologischen Grunddisziplinen ist im Bachelorstudium auf ein adäquates, naturwissenschaftliche und informationstechnische Grundlagen vermittelndes Lehrangebot insbesondere in Chemie, Physik, Mathematik / Informatik zu achten. Entsprechende Module sind sinnvoll auf die spezifischen Bedürfnisse von Biowissenschaftlern anzupassen.

In Spezialstudiengängen kann auf bestimmte Inhalte des allgemeinen Lehrangebots in Biologie verzichtet werden, sofern sich dies in der Bezeichnung bzw. in einem in sich schlüssigen Kurrikulum des Studienganges niederschlägt. Bei der Zusammenstellung des Kurrikulums können nicht nur rein biologische Fächer, sondern auch biomedizinisch orientierte und naturwissenschaftliche oder ingenieurwissenschaftliche Fächer mit entsprechendem Gegenstandskatalog, ggf. auch wirtschaftswissenschaftliche oder pädagogische/publizistische Lehrveranstaltungen fakultativ oder verpflichtend zugelassen werden. Dadurch soll ein weites Feld berufsbefähigender Spezialisierungsmöglichkeiten eröffnet werden.

Folgende weiterführende Bachelor-spezifische Lehrveranstaltungen sollten obligatorisch sein:

- mindestens 50% experimentelle/praktische Lehrveranstaltungen
- bis zu. 10% Soft Skills, die im allgemeinen in biowissenschaftlichen Zusammenhängen gelehrt werden sollten (z. B. wissenschaftliche Recherche, Fachenglisch, Kommunikations- und Managementkompetenzen, Bioethik, Gefahrstoffkunde, Gentechnikrecht, Strahlenschutz, Versuchstierkunde u. Tierschutz)
- mindestens ein Seminar

## **Fachspezifische Empfehlungen**

für die Akkreditierung von Bachelor- und Master-Studiengängen in den Biowissenschaften

- mindestens eine englischsprachige Lehrveranstaltung wird empfohlen
- geeignete Veranstaltungen, die die Eigeninitiative der Studierenden fördern, idealerweise ein mit cp zu bewertendes Berufspraktikum, (ggf. auch in der vorlesungsfreien Zeit)
- sowie eine mit Erfolg beurteilte Bachelor's Thesis (z. B. kombiniert mit einer praktischen Projektarbeit, von mindestens 6 Wochen und kombinierbar mit einem Praktikum im 6. Semester).

Um der Forderung nach der "Polyvalenz" gerecht zu werden, ist es erforderlich, adäquate Options- und Vertiefungsbereiche (Wahlpflichtfächer) vorzusehen.

Die Einführung des Bachelors als erstem berufsbefähigenden Abschluss ermöglicht einerseits den geordneten Abschluss eines naturwissenschaftlichen Studiums mit einem frühen Einstieg ins Berufsleben, andererseits aber auch das schnellere Fortkommen von Studierenden, die ein nicht-naturwissenschaftliches Zusatzstudium anstreben (Berufsziel: z. B. wiss. Journalismus, Consulting, Marketing, Betriebs- und Finanzwesen, Patentwesen, ...). Um die Akzeptanz für den B.Sc. durch die Industrie und Wirtschaft zu fördern, sind konkrete berufsbefähigende Studieninhalte anzubieten. Neben Berufspraktika können dies auch geeignete Module sein, die die Eigenverantwortung und Eigeninitiative der Studierenden fördern (Vorträge/Poster auf Tagungen, Besuche von Firmen und Jobbörsen).

### **2.2. Master of Science, M.Sc.**

Entsprechend den Beschlüssen der KMK sind für das Masterstudium als Eingangsvoraussetzung ein berufsqualifizierender Abschluss (i. e. Bachelor) sowie nach Maßgabe der Länder bestimmte Zulassungskriterien vorgeschrieben. Diese sind auf der Basis einer nachvollziehbaren, transparenten Zulassungsordnung zu treffen, z. B. durch die Bewertung der Studienleistungen im Bachelor-Studium. Die Validität der Zulassungskriterien soll Gegenstand des Akkreditierungsverfahrens sein. Da im Bachelorstudium bereits eine erste fachliche Orientierung erfolgt, ergeben sich durch die Wahl der Lehrveranstaltungen auch entsprechende Einschränkungen bei der Wahl des Master-Studienganges. Dies muss bei der Definition der Zulassungskriterien berücksichtigt werden.

Für den Master sollte die erfolgreiche Teilnahme an folgenden weiterführenden, in Modulen zusammengefassten, Lehrveranstaltungen nachgewiesen werden:

- mindestens 30 cp biowissenschaftliche Fortgeschrittenen-Praktika
- der Anteil praktischer Inhalte muss insgesamt mindestens 50 % betragen
- mindestens zwei Seminare
- zunehmend englischsprachige Lehrveranstaltungen soweit möglich
- fakultativ nichtbiologische Lehrveranstaltungen
- sowie eine mit Erfolg beurteilte Master-Arbeit, (Master's Thesis; maximal 30 cp, Die Master-Arbeit kann in deutscher oder englischer Sprache angefertigt werden. Es sollte nach Möglichkeit eine Zusammenfassung (Summary) in der jeweils anderen Sprache vorangestellt sein.

## Fachspezifische Empfehlungen

für die Akkreditierung von Bachelor- und Master-Studiengängen in den Biowissenschaften

Um die Mobilität und Durchlässigkeit zu fördern, sollen Masterstudiengänge so angelegt werden, dass auch Studierende, die Voraussetzungen für die Aufnahme in den MA-Studiengang an anderen Studienstandorten erworben haben bzw. Absolventen verwandter Studiengänge sind, aufgenommen werden können.

### 3. Typologisierung

Insbesondere in Hinblick auch auf die Vielfalt der biowissenschaftlichen Studiengänge und der häufigen Integration biologischer Anteile in interdisziplinäre Studiengänge sind Verantwortung und Zuständigkeiten von biowissenschaftlichen Gutachtern in der Akkreditierung gemäß nachfolgender Typologisierung festzulegen:

- **Typ 1** Studiengänge mit einem biowissenschaftlichen Anteil von mindestens 65 Prozent (z.B. Biologie, Biomedizin)
- **Typ 2** Studiengänge mit einem speziellen Anwendungsbereich, wobei der biowissenschaftliche Anteil etwa 50 Prozent betragen soll (z. B. Biochemie, Biotechnologie, Lehramt mit Erstfach Biologie).
- **Typ 3** Interdisziplinäre Studiengänge mit einem gewichtigen biowissenschaftlichen Anteil (z. B. Bioinformatik, Bioverfahrenstechnik, Lehramt mit Zweitfach Biologie)

Die Zuordnung eines Studienganges kann durch lokale Gegebenheiten bestimmt sein (z. B. Fachbereichszuordnung) und kann deshalb bei gleicher Bezeichnung an verschiedenen Hochschulstandorten inhaltlich unterschiedlich gestaltet werden. Die Pflicht zu einer den Studieninhalten adäquaten Bezeichnung darf dabei nicht umgangen werden. (Die gewünschte Zuordnung ist von der Hochschule vorzuschlagen, welche die Akkreditierung beantragt)

### 4. Kurriculare Anforderungen

Die Beschreibungen sind als Richtwerte konzipiert, die begründete Abweichungen zulassen und als Orientierung für die Konzeption von Studiengängen im heterogenen Feld der Biowissenschaften dienen sollen. Dies gilt insbesondere für die Zusammenstellung der biologischen Einzelfächer. Die curricularen Anteile sind in Prozenten angegeben und können je nach Studiengang um bis zu 5% variieren. Bestimmte Inhalte können auch gemeinsam transportiert werden (z.B. Soft-Skills in fachspez. Veranstaltungen, mat./nat. Grundlagen als Nebenfach). Die Antragssteller sollten jeweils die %-Verteilung bei den curricularen Inhalten deutlich machen und mit den entsprechenden Kreditpunkten (cp) und SWS-Anteilen versehen.

## Fachspezifische Empfehlungen

für die Akkreditierung von Bachelor- und Master-Studiengängen in den Biowissenschaften

### Bachelor-Studium:

<b>Kurriculare Anteile (B.Sc.)</b>	<b>Typ 1</b>
allg. math. / nat. Grundlagen (Propädeutik)	25%
fachspez. biowiss. Grundlagen	35%
fachspez. biowiss. Vertiefung	20%
berufspraktische Anteile	5%
Nebenfächer	10%
fachübergreifende Inhalte bzw. Soft-Skills	10%
Bachelor-Thesis (Abschlussarbeit)	12 CP

<b>Kurriculare Anteile</b>	<b>Typ 2</b>
allg. math./nat. Grundlagen (Propädeutik)	25%
fachspez. biowiss. Grundlagen	25%
fachspez. biowiss. Vertiefung (namensgebendes Fach)	25%
berufspraktische Anteile	5%
Nebenfächer	10%
fachübergreifende Inhalte bzw. Soft-Skills	10%
Bachelor-Thesis (Abschlussarbeit)	12 CP

<b>Kurriculare Anteile</b>	<b>Typ 3</b>
allg. math./nat. Grundlagen (Propädeutik)	20%
fachspez. Grundlagen (namensgebendes Fach)	20%
Fachspez Vertiefung (namensgebendes Fach)	10%
fachspez. biowiss. Grundlagen	20%
Fachspez biowiss. Vertiefung	10%
Fachübergreifende Inhalte bzw. Soft-Skills	15%
berufspraktische Anteile	5%
Bachelor-Thesis (Abschlussarbeit)	12 CP

## Fachspezifische Empfehlungen

für die Akkreditierung von Bachelor- und Master-Studiengängen in den Biowissenschaften

### Master-Studium:

Kurriculare Anteile (M.Sc.)	Typ 1 und Typ 2
	mind.
Fachspez. Vertiefung (namensgebendes Fach)	50%
berufspraktische Anteile	10%
Fachübergreifende Inhalte bzw. Soft-Skills	5%
Master-Thesis (Abschlussarbeit)	30 CP

Kurriculare Anteile	Typ 3
	mind.
Fachspez. Vertiefung (namensgebendes Fach)	30%
Biowissenschaftliche Vertiefung	20%
berufspraktische Anteile	10%
Fachübergreifende Inhalte bzw. Soft-Skills	5%
Master-Thesis (Abschlussarbeit)	30 CP

## 5. Allgemeine Ziele

Studiengänge in den Biowissenschaften sollen gründliche theoretische und methodische Fachkenntnisse in zentralen biologischen Teildisziplinen und hinreichende Grundlagen in den naturwissenschaftlichen Grundlagenfächern vermitteln. Es soll dabei ein Überblick über die Zusammenhänge innerhalb der Biologie und mit benachbarten Disziplinen gewonnen und selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten erlernt werden. Dazu gehören die Fähigkeiten, einerseits wissenschaftliche Fragestellungen zu formulieren und andererseits experimentelle Methoden und moderne Arbeitstechniken zur Problemlösung anzuwenden. Darüber hinaus sollen Einblicke in berufliche Anwendungsmöglichkeiten vermittelt werden. Speziell die geforderte „Berufsbefähigung“ des Bachelors kann mit den wissenschaftlichen Zielsetzungen/Ansprüchen kollidieren. Insoweit sind klare Aussagen über die Praxisorientierung / Berufsbefähigung und die angestrebten Berufsbilder des jeweiligen Studienganges notwendig. Die beantragenden Fachbereiche sind ausdrücklich aufgefordert, bei der Namensgebung die tatsächlichen Studieninhalte abzubilden.

## Fachspezifische Empfehlungen

für die Akkreditierung von Bachelor- und Master-Studiengängen in den Biowissenschaften

### **6. Orientierung zur Typologisierung biowissenschaftlicher Studiengänge**

Die folgenden Ausführungen sind nicht integraler Bestandteil der „fachspezifisch ergänzenden Hinweise“ sondern stellen den Status quo im Sommer 2004 dar. Sie dienen vielmehr zur Orientierung, um die Typisierung von geplanten Studiengängen zu erleichtern.

#### **I. Charakteristik des Biologiestudiums (Typ 1)**

Wichtige Voraussetzung für ein erfolgreiches Biologiestudium ist eine möglichst gute Grundlage in den naturwissenschaftlichen Fächern Mathematik, Physik und vor allem Chemie. Die genannten Fächer sind für das Verständnis der Biologie in vielen ihrer aktuellen Teilbereiche unabdingbar. Wichtig ist, dass die Inhalte der Propädeutika aus dem biowissenschaftlichen Fach heraus selbst definiert werden.

Ein großer Teil des Biologie-Studiums besteht aus praktischen Lehrveranstaltungen. Studiengänge der Biologie unterscheiden sich demzufolge hinsichtlich des Zeitaufwandes und der Leistungsbewertung von denen anderer Fachrichtungen

Im Studium werden an den Hochschulen in der Mehrzahl wissenschaftlich fundierte, auf Forschung ausgerichtete Praktika angeboten. Ein Bezug zu möglichen Berufs- und Tätigkeitsfeldern von Biologen, insbesondere von Biologen mit dem Studienumfang eines Bachelors, ist meist nicht realisiert. Diesem Mangel wird an einigen wenigen Universitäten zwar bereits durch die Einführung obligater Berufs- oder Betriebspraktika außerhalb der Hochschule Rechnung getragen, man muss sich jedoch bei Aufnahme eines Biologiestudiums bewusst sein, dass dieses Studium nicht zu einem klar definierten Beruf, wie zum Beispiel dem eines Arztes oder Apothekers, führt. Daher ist es zum einen wichtig, die Studierenden schon während des Studiums über mögliche Berufsfelder zu informieren und das Studienangebot entsprechend zu gestalten. Der Erwerb entsprechender Zusatzqualifikationen ist dabei sicher notwendig und muss daher aktiv unterstützt werden.

Im Bachelorstudium sollen inhaltliche Grundlagen, eine systematische Orientierung sowie methodische Grundlagen in den biologischen Kernfächern vermittelt werden. In Zukunft wird es wichtig sein, die grundlegenden Inhalte der Allgemeinen Biologie sinnvoll mit den molekularen und zellbiologischen Inhalten zu verknüpfen.

Masterstudiengänge bieten sich in den Feldern an, in denen die Forschung an einem Standort im Vergleich zu anderen Feldern stark und ausgewiesen ist. Zum Nachweis der Exzellenz ist eine Forschungsevaluation oder andere geeignete Belege (SFB, Forschergruppen, Publikationen) empfohlen.

Biologie wird zur Zeit an 50 universitären Fakultäten angeboten. Zunehmend entdecken auch die Fachhochschulen die Biologie als mögliches Studienfach (FH Bonn-Rhein-Sieg, FH Gelsenkirchen, FH Gießen-Friedberg, HS Bremen). Sie unterscheiden sich von den universitären Studiengängen insbesondere durch ihre Praxisnähe (Pflichtsemester in der Industrie o. ä.) und i. d. R. stringenter Studienpläne.

## Fachspezifische Empfehlungen

für die Akkreditierung von Bachelor- und Master-Studiengängen in den Biowissenschaften

### II. Charakteristik des Biologiestudiums auf Lehramt (Typ 2-3)

Im Lehramtsstudium werden in der Regel zwei Fachwissenschaften bzw. Unterrichtsfächer studiert. Dies sind entweder zwei gleichberechtigte Hauptfächer oder es wird ein 1. und ein 2. Fach unterschieden. Das 1. Fach hat dann einen etwas höheren Stundenumfang als das 2. Fach und die Abschlussarbeit (Staatsexamensarbeit/wissenschaftliche Zulassungsarbeit) wird im 1. Fach angefertigt. Ein 3. Fach kann meist als Beifach oder Erweiterungsfach studiert werden.

Das Studium für das Lehramt an Gymnasien ist von den fachwissenschaftlichen Anforderungen her einem wissenschaftlichem Studium qualitativ durchaus vergleichbar. Im Vergleich zum wissenschaftlichen Studium soll ein Lehramtsstudium in der Fachwissenschaft, also dem späteren Unterrichtsfach, eine stärker generalistische Ausbildung vermitteln und nicht zu sehr spezialisierte Absolventen hervorbringen.

Quantitativ betrachtet ist der biowissenschaftliche Stundenumfang im Lehramtsstudium jedoch geringer anzusetzen, da noch ein zweites Unterrichtsfach studiert werden muss.

Die fachdidaktischen und pädagogischen Komponenten haben einen Anteil von ca. 30% und sollten sich an der Schulwirklichkeit orientieren. In diesem Zusammenhang sollte ein Student, der das Lehramt anstrebt, bereits im Grundstudium Schulpraktika absolvieren.

Schon heute gibt es aufgrund akuten Lehrermangels in einigen Bundesländern Modelle, in denen diplomierte Naturwissenschaftler in einem Zusatzstudium auf den vorbereitenden Schuldienst (Referendariat) vorbereitet werden.

#### Kompatibilität des B.Sc. zum Lehramtsstudium

Daher werden zur Zeit in einigen Bundesländern Modellversuche durchgeführt, das Lehramtsstudium mit Abschluss Staatsexamen durch ein spezielles Bachelor/Master-Studium zu ersetzen. (Niedersachsen, in NRW an den Universitäten Bochum, Bielefeld, Münster). Andere Bundesländer bestehen auf dem Staatsexamen, so dass dort die Einführung neuer Studiengänge im Lehramt auf absehbare Zeit nicht möglich ist.

Die Einführung von polyvalenten Bachelorstudiengängen und speziellen Lehramts-Masterstudiengängen soll dazu genutzt werden, die Lehramtsausbildung in den Fachbereichen und Fakultäten in den Kanon der Studiengänge vollwertig zu integrieren und an die Erfordernisse des Referendariats auszurichten. In diesem Zusammenhang wird auf die vdbiol-Empfehlung vom April 2003 zur Einführung von Bachelor/Master-Studiengängen für das Lehramt hingewiesen.

Wenn Chemie nicht als 2. Fach zwingend zu wählen ist, müssen klare Forderungen für die zusätzliche Einbindung von Chemie-Modulen in die staatlichen Prüfungsordnungen gestellt werden. Andernfalls kann die Kompetenz für modernen, auch molekular orientierten Biologieunterricht nicht sichergestellt werden.

In allen Lehramtsstudiengängen müssen Lerninhalte enthalten sein, die eine fortwährende Reflexion von Theorie, Strukturen und Implikationen des Faches ermöglichen. Dies ist eine

## Fachspezifische Empfehlungen

für die Akkreditierung von Bachelor- und Master-Studiengängen in den Biowissenschaften

wesentliche Voraussetzung für die Fähigkeit zum "life-long learning". Auch ist darauf zu achten, dass sich die Inhalte an die Anforderungen im schulischen Alltag orientieren.

Im Bachelorstudium werden alle naturwissenschaftlichen und erste fachdidaktische Grundlagen gelegt. Wird ein B.Sc. angestrebt müssen die wissenschaftlichen Lehrinhalte einem regulären wissenschaftlichen Studium entsprechen. Ist die Fächerkombination nicht naturwissenschaftlich ergänzend aufgebaut, (z. B. Fachkombination mit einer Sprache oder Geisteswissenschaft) ist ein Bachelor of Arts zu vergeben. Entsprechendes gilt für Lehramtsstudiengänge für die Primar- oder Sekundarstufe I (Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen), deren naturwissenschaftliche Anteile die Vergabe eines B.Sc. nicht rechtfertigen.

Für das Fach Biologie ist in jedem Falle ein kumulativ angelegtes Kerncurriculum zu definieren, welches für alle Studienvarianten im Umfang gleich ist (ausschließlich der Nebenfächer). Orientierende Schulpraktika sollen möglichst frühzeitig angeboten, universitär vorbereitet und begleitet werden. Diese sind, da sie eine Studienleistung darstellen mit Leistungspunkten zu versehen.

Im Masterstudium werden dann schwerpunktmäßig die fachdidaktischen und erziehungswissenschaftlichen Inhalte vermittelt. Zusätzlich die notwendigen Inhalte des Zweitfaches und ggf. notwendige Auffrischung des Erstfaches.

Wesentliches Element der Lehramtsausbildung ist die Vermittlung von Fähigkeiten und Fertigkeiten, allg. biologische Fragestellungen zu entwickeln und die erforderlichen biologischen Experimente selbstständig zu planen, durchzuführen und zu interpretieren. Der erziehungswissenschaftliche Anteil muss funktional auf die Anforderungen des Lehrerberufes ausgerichtet werden.

Abschluss ist der „Master of Arts in Education“ oder ein adäquater Titel.

### **III. Charakteristik des Biochemiestudiums (Typ 2)**

Die Biochemie befasst sich mit den chemischen Prozessen in lebenden Organismen und dem molekularen Aufbau der biologischen Strukturen. Dies geschieht auf der Ebene von ganzen Lebewesen, von Organen, Zellen, Zellorganellen und im molekularen Bereich. Die Biochemie liegt an der Nahtstelle zwischen Biologie und Chemie, es werden Fragestellungen aus beiden Bereichen miteinander verknüpft. Der Biochemiker muss einerseits chemisch-analytisch arbeiten können, andererseits aber komplexe biologische Zusammenhänge verstehen und mit biologischen Systemen umgehen können. Das Bachelorstudium beinhaltet die grundlegenden Fächer aus dem Bereich der Chemie und der Biologie: Allgemeine und Anorganische Chemie, Organische Chemie, Physikalische Chemie, Biochemie, Allgemeine Biologie (Zellbiologie, Physiologie, Genetik, Mikrobiologie mit Anteilen an Botanik, Zoologie, Anatomie, Morphologie).

Die Biochemie im Masterstudium umfasst ein breites Spektrum von Teilgebieten: Molekularbiologie und Molekulargenetik, Enzymologie und Proteinchemie, Stoffwechselbiochemie, Physikalische Biochemie, Biotechnologie, Biochemie der Naturstoffe, Molekulare Virologie, Mikrobiologie, Immunbiochemie, Klinische Biochemie und Biochemische Pharmakologie.

## Fachspezifische Empfehlungen

für die Akkreditierung von Bachelor- und Master-Studiengängen in den Biowissenschaften

Zur Zeit bieten 16 deutsche Universitäten einen Vollstudiengang in Biochemie an: Bayreuth, FU Berlin, Bielefeld, Bochum, UI Bremen, Düsseldorf, Frankfurt, Greifswald, Halle, Hamburg, Hannover, Jena, Kiel, Leipzig, Potsdam, LMU München, TU München, Regensburg, Tübingen und Ulm, Witten (nur Hauptstudium).

### **IV. Charakteristik des Biotechnologiestudiums (Typ 2)**

Die Biotechnologie beschäftigt sich mit der Erforschung, Entwicklung und Anwendung von technischen Verfahren, mit denen die Fähigkeiten von Mikroorganismen sowie tierischen und pflanzlichen Zellkulturen oder von daraus gewonnenen Bestandteilen (Enzymen) zur Stoffproduktion und Stoffumwandlung genutzt werden können. Die Biotechnologie ist deshalb sowohl eine stark anwendungsbezogene als auch interdisziplinäre Wissenschaft. Sie integriert Teilgebiete aus der Biologie, der Chemie und der Verfahrenstechnik.

Zwei große Bereiche der Biotechnologie sind die Gewinnung von Zell- und Biomasse und die gezielte Herstellung von Stoffwechselprodukten. Diese könnte man als klassische Anwendungsfelder bezeichnen, da sie, zwar ohne genaue Kenntnis der zugrunde liegenden chemischen und biologischen Vorgänge, schon seit langer Zeit z. B. beim Brotbacken, Bierbrauen und bei der Weinherstellung betrieben werden. Ein weiterer Bereich ist die Nutzung von Stoffumwandlungen durch Mikroorganismen, zum Beispiel bei der biologischen Abwasserreinigung oder bei der Gewinnung von synthetischen Stoffen durch die Umwandlung von Naturstoffen. Der Teilbereich schließlich, der in jüngster Zeit aufgrund des Erkenntniszuwachses in der Mikro- und Molekularbiologie in der Biotechnologie enorme neue Möglichkeiten eröffnet hat, ist die Gentechnologie.

Leider nicht ganz klar sprachlich abgegrenzt, ist die sog. „Molekulare Biotechnologie“, die kein ingenieurwissenschaftlich ausgerichtetes Studium darstellt, sondern einer Molekularbiologie zuzurechnen ist, in der Grundlagenforschung und anwendungsbezogene Forschung mit einem reichen Repertoire an zellbiologischen und gentechnischen Methoden betrieben wird. Die Molekulare Biotechnologie wird inzwischen an einigen Universitäten als eigenes Fachstudium angeboten (Bielefeld, TU Dresden, Lübeck, TU München).

Eine Ausbildung zum Biotechnologen kann man auf verschiedene Weise absolvieren. Ebenso wie bei der Biochemie kann man sich innerhalb eines Biologie- oder Chemiestudiums, außerdem aber auch im Rahmen eines Ingenieurstudiums (Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Chemieingenieurwesen, Bauingenieurwesen u. ä.) auf biotechnologische Fächer spezialisieren.

#### **IV.1. Charakteristik des Biotechnologiestudiums mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt (Typ 2)**

Im Bachelorstudium werden die der Biotechnologie zugrunde liegenden naturwissenschaftlichen Fächer Anorganische, Organische und Physikalische Chemie, Biochemie, Mikrobiologie, Genetik, Zellbiologie, Mathematik, Physik und zum Teil auch technische Fächer (Maschinenkunde und Verfahrenstechnik) behandelt.

Das Masterstudium beinhaltet spezielle und fortgeschrittene Lehrveranstaltungen zu den Bereichen Technische Biochemie, Bioverfahrenstechnik, Angewandte Mikrobiologie und

## Fachspezifische Empfehlungen

für die Akkreditierung von Bachelor- und Master-Studiengängen in den Biowissenschaften

Genetik der Mikroorganismen, Technische Chemie und Mess- und Regelungstechnik. An der TU Berlin ist eine Schwerpunktwahl zwischen Bioverfahrenstechnik, Biochemie und Mikrobiologie/Genetik möglich. Im Schwerpunktfach wird eine Studienarbeit von 3 Monaten angefertigt.

An diversen Universitäten wird Biotechnologie als Hauptfach oder als Schwerpunkt im Biologiestudium angeboten.

Die andere Möglichkeit ist, direkt Biotechnologie zu studieren. Als eigenständiges Studienfach an Universitäten ist die Biotechnologie, ähnlich wie die Biochemie, noch relativ jung. Alle bisher existierenden Vollstudiengänge an Universitäten wurden Mitte bis Ende der 80er Jahre eingeführt. Dies sind die Diplom-Studiengänge „Biotechnologie“ (TU Berlin, TU Braunschweig, TU Dresden) und der Diplom-Studiengang „Technische Biologie“ an der Universität Stuttgart. An den Oberrheinischen Universitäten (Basel, Freiburg, Karlsruhe, Straßburg) wird gemeinsam ein tri-nationaler Studiengang „Biotechnologie“ angeboten, der als Hauptstudium an ein abgeschlossenes Vordiplom in Biologie, Chemie oder Chemieingenieurwesen angeschlossen werden kann.

Eine gewisse Sonderstellung nehmen die B.Sc.- und der M.Sc.-Studiengänge „Pflanzenbiotechnologie“ dar, die z.B. in Hannover gemeinsam von den Fachbereichen Gartenbauwissenschaften und Biologie angeboten werden. Hier werden naturwissenschaftliche Grundlagen mit den Anwendungsprofilen moderner Pflanzenproduktionsmethoden (einschließlich „Molecular Pharming“) verbunden.

### **IV.2. Charakteristik des Biotechnologiestudiums mit technischem Schwerpunkt (Typ 3)**

Im Gegensatz zum naturwissenschaftlich ausgerichteten Studium, das mit dem „Bachelor/Master of Science“ (B.Sc./M.Sc.) abschließt, ist der Regelabschluss des ingenieurwissenschaftlichen Studiums der Bachelor/Master of Engineering (B.Eng./M.Eng.). Die von der KMK ermöglichte Öffnung der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge hin zum BSc./MSc. ist leider nicht hilfreich, da dadurch der Erklärungsbedarf wächst.

Im Bachelorstudium werden allgemeine und fachspezifische Grundlagen in technischen und naturwissenschaftlichen Fächern vermittelt. Dazu gehören im Wesentlichen Verfahrenstechnik, Mess- und Regelungstechnik, Apparatebau und Datenverarbeitung, Biochemie, Biologie, Mikrobiologie, Mathematik, Physik, Chemie und deren Teilgebiete.

Im Masterstudium werden vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten in den technischen und biotechnischen Fächern vermittelt. Häufig können ein Schwerpunkt oder Wahlpflichtfächer im Umfang von 15-20 SWS gewählt werden. Die übrigen Fächer sind Pflichtveranstaltungen.

Hier sind die Bioingenieurstudiengänge zu nennen, die in der Regel an den technischen Fakultäten verankert sind (Aachen, Braunschweig, Halle, TU Hamburg-Harburg).

Diese verfahrenstechnisch ausgerichtete Biotechnologie wird meist auch an den Fachhochschulen angeboten.

## **Fachspezifische Empfehlungen**

für die Akkreditierung von Bachelor- und Master-Studiengängen in den Biowissenschaften

Vollstudiengänge in Biotechnologie (FH), die zum Teil noch relativ neu sind, gibt es derzeit an folgenden Fachhochschulen: FH Anhalt-Köthen, TFH Berlin, FH Darmstadt, FH Flensburg, FH Gießen-Friedberg, FH Hamburg, FH Lausitz, FH Jena, FH Ostfriesland-Emden, FH Hamburg, FH Mannheim, FH Weihenstephan.

Biotechnologie ist als Studienrichtung oder Schwerpunktmöglichkeit innerhalb der Studiengänge Chemieingenieurwesen, Chemische Technik, Verfahrenstechnik o. Ä. an folgenden Fachhochschulen vertreten: FH Aachen, Abt. Jülich (Chemieingenieurwesen und Bioingenieurwesen); FH Darmstadt (Chemische Technologie); FH Furtwangen (Umwelt und Verfahrenstechnik); FH Gießen (Krankenhaus- und Medizintechnik, Umwelt- und Biotechnologie); Märkische FH Iserlohn (Physikalische Technik); FH Lippe (Lebensmitteltechnologie); FH Niederrhein, Krefeld (Chemieingenieurwesen); FH Nürnberg (Technische Chemie oder Verfahrenstechnik); FH Rheinland-Pfalz, Bingen (Verfahrenstechnik).

### **V. Charakteristik des Biomedizinstudiums (Typ 1)**

Die Biologie des Menschen wurde über Jahrhunderte exklusiv von der Medizin behandelt. Aufgrund des extrem klinisch orientierten Studienverlaufs des humanmedizinischen Studiums und der rasanten Entwicklung der medizinischen Grundlagenforschung (molekulare Ursachen von Krankheiten) werden wissenschaftliche Fragestellungen in der medizinischen Grundlagenforschung immer mehr auch von Naturwissenschaftlern bearbeitet, deren Studium wesentlich forschungsorientierter angelegt ist. Um den steigenden Bedarf an wissenschaftlichen Doktoranden zu decken und um die Naturwissenschaftlichen Mitarbeiter frühzeitig an die medizinischen Fragestellungen und Nomenklatura heranzuführen, wurden in den 80er Jahren erste Spezialstudiengängen wie die Humanbiologie (Marburg, Greifswald) eingerichtet. In den letzten Jahren engagieren sich nun die medizinischen Fakultäten direkt in der Lehre mit eigenen naturwissenschaftlichen ausgerichteten Studiengängen. Diese umfassen ausdrücklich nicht die Approbation als Arzt, ermöglichen aber i.d.R. den Studierenden ein Doppelstudium mit Anerkennung von Studienleistungen. Als Name dieser neuen Studiengänge hat sich neben der „Biomedizin“ auch der Begriff der „Molekularen Medizin“ etabliert. An folgenden Standorten werden entsprechende Studiengänge angeboten Molekulare Medizin (Erlangen-Nürnberg, Freiburg, Köln, Göttingen, Hannover, FU Berlin...), Molekulare Biomedizin (Bonn) und die Biomedizin (Würzburg).

Im Bachelorstudium werden allgemeine und fachspezifische Grundlagen in den medizinischen, humanbiologischen und naturwissenschaftlichen Fächern vermittelt. Dazu gehören im Wesentlichen Anatomie, Physiologie, Biochemie, Biologie, Mikrobiologie, Mathematik, Physik, Chemie und deren Teilgebiete.

Im Masterstudium werden vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten in den medizinischen, humanbiologischen und spez. biotechnischen Fächern vermittelt.

### **VI. Charakteristik des Bioinformatikstudiums (Typ 3)**

Im Schnittpunkt von Biologie und Informatik hat sich in den letzten Jahren die Bioinformatik als neue Disziplin etabliert. Mit den Methoden der Informatik und dem Wissen aus der

## Fachspezifische Empfehlungen

für die Akkreditierung von Bachelor- und Master-Studiengängen in den Biowissenschaften

Molekularbiologie wird die Analyse dieser Daten mit der hierfür speziell entwickelten Software möglich gemacht. Eine interdisziplinäre Zusammenarbeit ist wesentliches Element einer erfolgreichen Bioinformatik-Arbeitsgruppe.

Zur „Bioinformatik im engeren Sinne“ zählen:

- die Aufbereitung von DNA- und Proteinsequenzen zur Identifizierung molekularer Targets (Sequenzalignments, Annotation, Mustererkennung, Data Mining usw.)
- Strukturvorhersagen auf RNA- und Proteinebene zum Verständnis von Funktionszusammenhängen (Strukturbildung, Faltungscodes, Protein Design usw.)
- Molekulares Modelling zum Entwurf neuer Wirkstoffe (Ähnlichkeitsanalysen, Energieminimierungen usw.)

Daneben haben sich weitere Bereiche entwickelt in denen die Methoden der Informatik als Werkzeuge für die Generierung, Verarbeitung und Nutzung von Informationen aus biologischen Systemen genutzt werden:

- Biometrie / Epidemiologie / Med. Informatik
- Geoinformatik / Ökologie
- IuK / Fachinformationsbrooking
- Neuroinformatik / Neuronale Netze
- Robotik / Steuerung / Bioverfahrenstechnik

Seit einigen Jahren werden grundständige Bioinformatik-Studiengänge angeboten. Sowohl Universitäten als auch Fachhochschulen haben dieses Ausbildungsfeld für sich entdeckt. Hatten sich diese seit Ende der 90er Jahre auf Initiativen aus dem Fachbereich Informatik wie in Bielefeld, Halle, Magdeburg und Tübingen beschränkt, so beteiligen sich inzwischen auch biologische Fachbereiche an der Ausbildung. Während u.a. in Tübingen und Halle darauf Wert gelegt wird, dass die Absolventen auch als „klassische“ Informatiker arbeiten können, werden in Bielefeld, Jena und München Naturwissenschaften und Informatik zu gleichen Teilen gelehrt.

An folgenden Universitäten wird Bioinformatik als Vollstudium angeboten: FU Berlin, Bielefeld, Bochum (nur Neuroinformatik), Frankfurt, Halle-Wittenberg, Jena, Leipzig, Lübeck, Magdeburg, München (TU und LMU gemeinsam), Münster (nur Geoinformatik), Saarland und Tübingen. Die Universität Potsdam in Golm bietet einen Aufbaustudiengang Informatik für Biowissenschaftler an.

An anderen Standorten werden im Diplomstudiengang Biologie Nebenfachkombinationen Bioinformatik/ Informatik angeboten, die im Studienaufwand zusammen einem 2. Hauptfach entsprechen (z.B. Düsseldorf, Freiburg, Regensburg, Würzburg, u.a.). Auch im Diplomstudiengang Informatik kann man als Haupt- oder Nebenfach Bioinformatik oder Biologie wählen, der Anteil an den Naturwissenschaften ist aber eher marginal. In Göttingen hat die Angewandte Informatik einen Schwerpunkt in der Bioinformatik und bietet auch weitere naturwissenschaftlich ausgerichtete Schwerpunkte wie Geoinformatik, Ökoinformatik oder Medizininformatik.

## **Fachspezifische Empfehlungen**

für die Akkreditierung von Bachelor- und Master-Studiengängen in den Biowissenschaften

Im Bachelorstudium Bioinformatik werden allgemeine und fachspezifische Grundlagen in den informatischen und naturwissenschaftlichen Fächern vermittelt. Dazu gehören im Wesentlichen die o. g. Informatik-Teilbereiche, dazu Biochemie, Biologie, Mikrobiologie, Mathematik, Physik, Chemie und deren Teilgebiete.

Im Masterstudium werden vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten in der Bioinformatik und biotechnischen Fächern vermittelt.

Die durch das Doppelstudium sehr anspruchsvollen Studiengänge wurden meist so konzipiert, dass Quereinstiege aus einem reinen Biologie- bzw. Informatik-Studium möglich sind. Speziell Diplom-Informatiker aber auch Diplom-Biologen nutzen die Zusatzqualifikation in Bioinformatik. Durch den unschätzbaren Vorteil der Doppelausbildung sollte ein Absolvent der Bioinformatik sowohl in der Biologie als auch in der Informatik arbeiten und wäre somit in seiner Berufswahl kaum eingeschränkt.

Bioinformatik wird auch an Fachhochschulen angeboten. Die Studiengänge sind aber meist in den Fachbereichen Maschinenbau oder Verfahrenstechnik angesiedelt und haben i.d.R. daher eher den Schwerpunkt in der Programmierung für die Zulieferbranche und die eher technischen Bereiche der BioTech-Branche und weniger die Genomanalyse (FH Bingen, FH Bonn-Rhein-Sieg (als Schwerpunkt im Masterstudiengang Biologie), FH Emden, FH Gießen-Friedberg (auch Genomanalyse), FH Neubrandenburg (nur Geoinformatik), FH Strahlsund (nur Medizininformatik), FH Stuttgart (nur Geoinformatik), FH Weihenstephan, TFH Wildau.

### **VII Charakteristik weiterer biowissenschaftlicher Studiengänge (Typ 1-3)**

Neben den inzwischen an einer größeren Zahl von Universitäten bzw. Fachhochschulen etablierten Studiengängen Biologie, Biochemie, Biotechnologie, Biomedizin und Bioinformatik gibt es einige weitere grundständige Studiengänge, die aus Teilgebieten oder aus Überschneidungen der Biologie mit verschiedenen Nachbardisziplinen entstanden sind. Es kann davon ausgegangen werden, dass einzelne Studiengänge ebenfalls über kurz oder lang auch als Bachelor/Masterstudiengänge angeboten werden.

Dies sind zur Zeit insbesondere:

Agrarbiologie (Hohenheim)

Anthropologie (Freiburg, Hamburg, Jena, Mainz)

Biomathematik (Greifswald)

Biophysik (HU Berlin, TU München)

Brauwesen (u.a. Gießen, Hannover, Hohenheim, TU München-Weihenstephan)

Forstwissenschaften (Dresden, FH Eberswalde, Freiburg, Göttingen, TU München, FH Weihenstephan)

Gartenbau (u.a. Gießen, Hannover, Hohenheim, TU München-Weihenstephan)

Geoökologie (Bayreuth, Braunschweig, Freiberg, Karlsruhe, Potsdam, Trier, Tübingen)

Gesundheitswissenschaften (TU Berlin, Ulm)

Holzwirtschaft (Hamburg)

Humanbiologie (Marburg, Greifswald, siehe auch Kapitel 3.3. Biomedizin)

**Fachspezifische Empfehlungen**

für die Akkreditierung von Bachelor- und Master-Studiengängen in den Biowissenschaften

Landschaftsökologie (Greifswald, Münster, Oldenburg)

Landwirtschaft, (u.a. Gießen, Hannover, Hohenheim, TU München-Weihenstephan)

Life Sciences (Hannover)

Marine Umweltwissenschaften (Oldenburg) und Biologische Meereskunde (Kiel)

Neurobiologie (Magdeburg)

Ökologie (Essen, Vechta)

Ökologischer Landbau (Kassel-Witzenhausen)

Natur- bzw. Umweltschutz sowie technischer Umweltschutz (TU Berlin, FH Bingen, TU Dresden, FH Esslingen, Freiburg, TU München, FH Nürtingen, Paderborn, FH Reutlingen, Rostock, FH Rottenburg, FH Stuttgart),

Wirtschaftsingenieurwesen Biotechnologie und Umweltmanagement (FH München)

Die Vielfalt aller potentiellen Master-, Aufbau- und Zusatzstudiengängen kann hier nicht abgehandelt werden. Die Einstufung in die Typologisierung und Benennung sollte aber analog der grundständigen Bachelor-Studiengänge erfolgen.

**Die vorstehenden Aufzählungen können natürlich nicht alle biowissenschaftlichen Studiengänge abbilden. Unter <http://www.studienfuehrer-bio.de> findet man eine umfassende Linkliste aller relevanten Studiengänge im deutschsprachigen Raum.**

© vdbiol, 2004

Version vom 21.7.2004 (incl. redaktioneller Korrekturen)

**Kontakt:**

Dr. Carsten Roller

Verband dt. Biologen und biowissenschaftlicher Fachgesellschaften e.V. (vdbiol)

Zentrale Geschäftsstelle

Corneliusstr. 12

80469 München

T: +49 - 89 - 260 245 73

F: +49 - 89 - 260 197 29

E: [info@vdbiol.de](mailto:info@vdbiol.de)

<http://www.vdbiol.de>