



**STUDIENORDNUNG FÜR DEN MASTER-STUDIENGANG
TECHNISCHE BIOLOGIE
AN DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT DARMSTADT**

1 Vorbemerkungen

Diese Studienordnung beschreibt den Master-Studiengang Technische Biologie. Die rechtliche Basis dieser Studienordnung sind die "Allgemeinen Prüfungsbestimmungen der TU Darmstadt" sowie die dazugehörigen Ausführungsbestimmungen des Fachbereiches Biologie. Die TU Darmstadt verleiht nach erfolgreichem Abschluss des Studiums den akademischen Grad "Master of Science".

2 Inhalt und Zweck der Studienordnung

Die Studienordnung beschreibt die Studienziele sowie die zeitliche Gliederung des Master-Studienganges Technische Biologie. Sie dient als Orientierungshilfe und unterstützt die Studierenden bei der Planung und Organisation ihres Studiums.

3 Zugangsvoraussetzungen

Der Studiengang Technische Biologie ist als anspruchsvoller und konsequent forschungsorientierter Master-Studiengang für überdurchschnittliche Hochschulabsolventen konzipiert, der neben soliden naturwissenschaftlichen Grundkenntnissen eine individuelle Begabung zum erfolgreichen Studienabschluss voraussetzt. Die Studienvoraussetzungen für die Aufnahme in den Master-Studiengang Technische Biologie sind in Anhang 3 der Ausführungsbestimmungen geregelt.

4 Hintergründe und Studienziele

4.1 Hintergründe

Die Biowissenschaften haben in den letzten 50 Jahren eine rasante und zum Teil sprunghafte Entwicklung erlebt. Die großen wissenschaftlichen Durchbrüche standen dabei immer in einem engen Zusammenhang mit der Entwicklung neuer Technologien. Insbesondere die Molekularbiologie als erfolgreichster Zweig der Biowissenschaften der letzten 30 Jahre verdankt ihren Erfolg den methodischen, experimentellen und technologischen Beiträgen aus den naturwissenschaftlichen und technischen Nachbar-Disziplinen, wie Chemie, Physik und Informatik. Auch die heutigen Techniken zur Gewinnung und Interpretation großer Mengen an

biologischer Information wie die Chip- und Array-Technologien, Genomik oder Proteomik beruhen auf interdisziplinären Entwicklungen und benötigen ihrerseits interdisziplinäre Analysemethoden. Somit müssen Studierende mit dem Ziel einer forschenden Tätigkeit auf ein breites technologisches Fundament zurückgreifen können.

Der Begriff Technische Biologie umfasst einen großen Bereich an der Schnittstelle zwischen Biologie und deren technischer Anwendung. Der Master-Studiengang Technische Biologie an der TU Darmstadt deckt den biowissenschaftlichen Bereich dieses Themenkomplexes ab; seine Ziele können folgendermaßen definiert werden: *“Vermittlung grundlegender Techniken der Biowissenschaften als Vorbereitung für Forschung, technische Umsetzung oder Anwendung”*.

Damit bildet der Studiengang die oben skizzierte Entwicklung der Biowissenschaften ab: Biologische Forschungsschwerpunkte, die mit interdisziplinären Lösungsansätzen und Technologien erarbeitet werden. Dabei können drei inhaltliche Schwerpunkte definiert werden.

Molekular / biotechnologisch

Im Zentrum dieses Schwerpunktes steht die Anwendung von molekularen Technologien mit dem Ziel der Identifizierung oder Optimierung von Molekülen und ihrer Funktionen im Zusammenhang mit therapeutischen, biotechnologischen oder grundlagen-wissenschaftlichen Zielen. Die Ebene der experimentellen Forschung wird ergänzt durch mathematische Modellbildung sowie durch Methoden des *in-silico*-Designs und der *Computational Biology*.

Zellbiologisch / biophysikalisch / biomedizinisch

Im Zentrum dieses Studienbereiches stehen biomedizinische und biophysikalische Aspekte der zellulären Funktionen und Dysfunktionen. Ein Schwerpunkt ist die Zell- und Entwicklungsbiologie, die mit ihren genetischen, molekularen und zellbiologischen Methoden die grundlagenwissenschaftliche Basis liefert u.a. für Stammzellforschung, regenerative Medizin und Krebsforschung. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Strahlenbiologie, deren Ziel es ist, biologische Prozesse aufzuklären, die durch Strahleneinwirkung in Zellen induziert werden. Hier bildet der Studiengang in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) die Möglichkeit einer einzigartigen Spezialisierung auf molekulare, zellbiologische und biophysikalische Aspekte der Strahlenwirkung und Strahlentherapie in der Humanmedizin. Schließlich ist in diesem Bereich auch die Neurobiologie repräsentiert, die mit zell- und neurophysiologischen Methoden die Funktionsweise von Nervenzellen und Nervenzellverbänden untersucht. Auch hier werden biomedizinische Aspekte verfolgt, indem durch Analysen der pathophysiologische Basis neurologischer Erkrankungen eine Erweiterung des therapeutischen Spektrums in der Neurologie angestrebt wird.

Biodiversität und Umwelt

Im Zentrum dieses Studienbereichs steht die Diversität von Organismen und deren Funktion in Ökosystemen. Die Analyse der Biodiversität bildet die Grundlage für ökologische Forschung, die mit experimentellen Methoden und unter Einbezug

mathematischer Modelle Zusammenhänge und Wirkungsmechanismen erklärt und ökologische Prozesse voraussagen kann. In der Evolutionsbiologie werden diese Ansätze verknüpft und integriert. Der Bereich der angewandten Ökologie hat eine hohe Bedeutung für Agrar- und Forstwissenschaft sowie Natur- und Umweltschutz. Der Studienbereich schafft somit die Voraussetzung für das Verständnis der Auswirkungen technischen Fortschritts auf die belebte Natur und deren Leistungen für den Menschen und vermittelt die Grundlagen zur Bewältigung globaler und regionaler Auswirkungen menschlichen Handelns.

4.2 Studienziele

Das Ziel des Studienganges ist die Befähigung zu selbständigem wissenschaftlichem Arbeiten. Er bereitet damit zum einen auf eine Tätigkeit beispielsweise in der Industrie oder in außeruniversitären Forschungseinrichtungen vor (Forschung, Entwicklung und Produktion in der pharmazeutischen und biotechnologischen Industrie, Lebensmittelindustrie), und zum anderen auf die selbständige Forschungstätigkeit im Rahmen einer anschließenden Promotion. Entsprechend besteht der Studiengang zu einem überwiegenden Teil aus forschungsorientierten Veranstaltungen.

Die potentiellen Tätigkeitsfelder eines Masters der Technischen Biologie umfassen beispielsweise: Arzneimittelforschung; Biotechnologische Forschung und Produktion; Chemie, Umwelt und Lebensmittelindustrie; Beratung und Vertrieb im chemisch-pharmazeutischen Bereich; Wissenschaftsjournalismus; administrative oder gutachterliche Tätigkeiten in Feldern wie Natur- und Umweltschutz, Technikfolgenabschätzung, Gentechnologie, Patentwesen, biologische Sicherheit, Forensik. Neben einer breiten Grundlagenausbildung, die im Bachelor-Studiengang Biologie vermittelt wird, erfordern die genannten Tätigkeiten eine breite Basis an experimentellen Erfahrungen in molekularen, zellbiologischen und ökologischen Techniken. Der Studiengang vermittelt diese Basis und damit die Fähigkeiten zur experimentellen Problemlösung. Gleichzeitig werden berufsvorbereitende Fähigkeiten wie Teamarbeit, Präsentationstechniken und Führungskompetenz vermittelt. Der Studiengang spannt eine Brücke zwischen der Grundlagenforschung und den technologischen, anwendungsorientierten Aspekten der Biowissenschaften. Er bietet die Möglichkeit einer Spezialisierung durch Erwerb von Detailkenntnissen in ausgewählten Gebieten und von praktischen Fähigkeiten und Erfahrungen mit modernen Technologien.

5. Lehr- und Lernformen

Die Befähigung zu einer forschenden Tätigkeit in den Biowissenschaften setzt neben einem biologischen Fundament solide Grundkenntnisse der benachbarten Naturwissenschaften, wie Chemie, Physik und Mathematik voraus. Diese Grundlagen werden in der Regel in einem Bachelor-Studiengang Biologie oder in verwandten Studiengängen gelegt. Wissenschaftliche Forschung erfordert jedoch zusätzlich die Fähigkeit zur Analyse, zur Formulierung von Problemstellungen und zur Entwicklung von Lösungsansätzen auf experimenteller Ebene. Letzteres setzt

eine breite Kenntnis von Technologien voraus. Die Vermittlung dieser Kenntnisse und Fähigkeiten erfordert Lehrveranstaltungen mit hohen praktischen Anteilen und intensiver Betreuung. Der Master-Studiengang Technische Biologie setzt diese Anforderungen um, indem ausschließlich ganztägige Blockveranstaltungen angeboten werden. Diese setzen sich zusammen aus Vorlesungen, Seminar-Vorträgen und Praktikum. Weitere Lehrformen sind Forschungspraktika und Gruppenarbeit.

Vorlesungen

Vorlesungen im Master-Studiengang dienen der Vertiefung von Wissen sowie der Anregung zur eigenständigen Erarbeitung von Fachwissen. Die Studenten erwerben dabei Kompetenz in der Recherche, Analyse und Bewertung der fachlichen Inhalte und wichtigsten Fakten der biologischen Teildisziplinen. Insbesondere in einer so diversen Disziplin wie der Biologie ist die Vermittlung von enzyklopädischem Wissen unmöglich, so dass auf der Basis einer exemplarischer Auswahl Prinzipien vermittelt werden, die das intellektuelle Rüstzeug für eine eigenständige Erarbeitung des Stoffes liefern und die Absolventen befähigen, sich auch nach Abschluss des Studiums auf dem laufenden Stand der Wissenschaft zu halten.

Praktika

Praktika bilden den Schwerpunkt der Lehrveranstaltungen des Studienganges. Aufbauend auf grundlegenden Labortechniken, vermitteln sie Erfahrungen in modernen Methoden und speziellen Techniken. Experimentelle Erfahrung und handwerkliche Sicherheit sind Voraussetzung für erfolgreiches wissenschaftliches und experimentelles Arbeiten. Aus diesem Grunde nehmen praktische und experimentelle Anteile mehr als 50 % der Lehrveranstaltungen des Studiengangs ein.

Seminare

Seminare dienen zum einen der Vertiefung von Fachkenntnissen und zum anderen dem Erlernen von Präsentationstechniken und didaktischen Fähigkeiten. Die Studierenden erarbeiten sich eigenständig ein spezielles Forschungsthema und präsentieren dieses in Form eines Vortrages. Sie benötigen dazu die Fähigkeit, aktuelle Forschungsergebnisse der meist englischsprachigen Originalliteratur zu verstehen, zu hinterfragen und auf hohem wissenschaftlichem Niveau zu diskutieren. Dies führt neben einer Vertiefung fachlicher Kenntnisse auch zu einer Weiterbildung im Bereich der Diskussions- und Kritikfähigkeit.

Semesterübergreifende Gruppenarbeit

Im Rahmen der semesterübergreifenden Gruppenarbeit übernehmen Studierende in der zweiten Hälfte des Master-Studienganges die Betreuung einer kleinen Gruppe von Studierenden in Forschungsprojekten des Bachelor-Studienganges Biologie. Die Vermittlung von experimentellen Fertigkeiten und methodischen Kenntnissen dient zum einen der Vertiefung der eigenen fachlichen Fähigkeiten. Zum anderen entwickeln die Studierenden die Fähigkeit zur Übernahme von Verantwortung, der Erarbeitung von Lehrstrategien und der Entwicklung von Führungskompetenz. Das

Erreichen dieser Lernziele wird unterstützt durch eine fachdidaktische Begleitung der Studierenden, z.B. im Rahmen von Workshops oder Seminaren.

E-learning

Alle Lehrinhalte des Studienganges werden den Studierenden in elektronischer Form im Intranet des Fachbereiches bzw. der TUD zugänglich gemacht. Dies umfasst die Bereitstellung von Vorlesungsinhalten, Präsentationen, Übungsaufgaben und weiterführenden Materialien. Darüber hinaus erfolgt für einen Teil der Veranstaltungen eine Online-Dokumentation, z.B. als audio files oder als Video-Streams.

Allgemeines

Alle Lehrveranstaltungen werden von studentischer Seite unter Berücksichtigung fachlicher und didaktischer Aspekte evaluiert, so dass eine hohe Qualität und die Weiterentwicklung der Lehrmethoden und des Lehrerfolges gewährleistet sind.

Ein Teil der Lehrveranstaltungen wird in englischer Sprache gehalten. Dies dient der Vorbereitung zu eigenständigem Umgang mit Lehrbüchern und wissenschaftlichen Publikationen, die in der Regel in englischer Sprache verfasst sind, sowie der wissenschaftlichen Kommunikation.

Forschungsphase I: Forschungspraktikum

Im Rahmen eines Forschungspraktikums sollen die Studierenden ihre Kenntnisse und experimentellen Fähigkeiten vertiefen und anwenden. Dabei erfolgt unter individueller Anleitung eine experimentelle Bearbeitung einer Teilprobleme im Rahmen eines aktuellen wissenschaftlichen Forschungsprojektes. Das Praktikum dient der Einführung in selbständiges wissenschaftliches Arbeiten und damit der erfolgreichen Durchführung einer Master-Thesis. Gleichzeitig vermittelt es Fähigkeiten in der Auswahl und Auswertung relevanter wissenschaftlicher Literatur, die für eine eigenständige Planung von Lösungsansätzen und Experimenten erforderlich sind. Auf dieser Basis werden die Studierenden ihre Experimente aus und entwerfen einen Projektvorschlag der im Rahmen der Master-Thesis bearbeitet werden kann.

Forschungsphase II: Master-Thesis:

Im Rahmen der Master-Arbeit erfolgt die experimentelle und weitgehend eigenständige Bearbeitung eines aktuellen Forschungsvorhabens. Die Ergebnisse werden in zusammenhängender Form schriftlich dargestellt und in einem anschließenden öffentlichen Vortrag präsentiert und diskutiert.

6. Studienorganisation

Der Master-Studiengang Technische Biologie kann sowohl zum Sommer, als auch zum Wintersemester begonnen werden. Der Studiengang ist modular aufgebaut mit einem Umfang von 120 CP. Die Regelstudienzeit beträgt vier Semester.

Die Semester 1 und 2 mit insgesamt 60 CP dienen der Vertiefung spezieller Kenntnisse sowie der Vermittlung von experimentellen Fähigkeiten und Erfahrungen.

Die Semester 3 und 4 stellen die Forschungsphase des Studienganges dar, in der zunächst unter Anleitung ein wissenschaftliches Teilprojekt bearbeitet wird, um die Fragestellung eines Master-Projektes zu entwerfen. Die anschließende sechsmonatige Master-Arbeit (30 CP) soll der Beantwortung dieser Fragestellung dienen. Das Studium ist abgeschlossen, wenn Kreditpunkte im Gesamtumfang von 120 CP entsprechend der Prüfungsordnung erworben wurden.

Wahlbereich

In den beiden ersten Semestern besteht die Möglichkeit durch die Wahl von insgesamt vier Modulen eine individuelle Spezialisierung zu erreichen. Alle Module sind in Form von ganztägigen 6-Wochen-Blöcken (15 CP) organisiert. Diese enthalten Vorlesungsanteile (in der Regel im Umfang von 3 CP), der Schwerpunkt liegt jedoch auf einer experimentellen und forschungsvorbereitenden Ausbildung mit intensiver Betreuung. Der Fachbereich bietet insgesamt ca. 13 Blockmodule an, die an die Forschungsinhalte des jeweiligen Dozenten angelehnt sind. Hinzu kommt ein weiteres Modul das in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) angeboten wird. Es wird angestrebt, das Angebotsspektrum durch Zusammenarbeit mit weiteren Institutionen des wissenschaftlichen Umfeldes der TU Darmstadt zu erweitern.

Pro Semester werden zwei Module gewählt. Die Module können entsprechend der Maßgaben der Ausführungsbestimmungen individuell miteinander kombiniert werden und sind über das gesamte Studienjahr verteilt. Eines der insgesamt vier Module kann ersetzt werden durch den Erwerb von 15 CP mit Lehrveranstaltungen im Rahmen einer fachübergreifenden Vertiefung. Dies ermöglicht die Vertiefung individueller Interessen im naturwissenschaftlichen (insbesondere Chemie, Physik, Mathematik, Informatik) aber auch im gesellschaftlichen Bereich (Technologie, Ethik und Umwelt). Die Wahl entsprechender Veranstaltungen ist durch die Prüfungskommission zu genehmigen. Ein Zeitplan mit den Terminen der Wahlpflicht-Module sowie mit den zugehörigen Prüfungsterminen wird durch Aushang bekannt gegeben. Die intensive Betreuung und der praktisch-experimentell ausgerichtete Charakter der Vertiefungsmodule erfordern eine Begrenzung der Plätze im einzelnen Modul, wobei ein insgesamt ausreichendes Platzangebot gewährleistet wird. Um eine annähernde Gleichverteilung der Studierenden auf die Kurse zu erreichen, kommt ein Verteilungsmodus zur Anwendung, der im Folgenden beschrieben ist.

Vor Beginn jeden Semesters melden die Studierenden zwei Blockmodule als erste Wahl sowie weitere vier Module als Ausweichmöglichkeit an. Sollten mehr Studierende ein Modul gewählt haben, als Platzkapazitäten vorhanden sind, kommen folgende Auswahlkriterien zur Anwendung: 75% der in einem Modul vorhandenen Plätze werden nach Leistungskriterien vergeben. Dabei zählt bei Studienanfängern die Abschlussnote des Bachelor-Abschlusses (oder gleichwertiger Abschluss) und bei höheren Semestern die nach Kreditpunkten gewichtete Durchschnittsnote der bis zum Anmeldetermin erworbenen Module. Die restlichen

Plätze werden nach bereits erreichten Kreditpunkten im Master-Studiengang Technische Biologie vergeben.

Auslandsaufenthalte

Die Organisationsstruktur des Master-Studiums ermöglicht die Verwirklichung von individuellen Studienplänen. Wichtiger Bestandteil eines solchen Studienplanes ist ein Forschungsaufenthalt im Ausland, dessen Umfang flexibel geplant werden kann. Die Entwicklung individueller Pläne und deren Finanzierung wird durch Mentoren aktiv unterstützt. Der Auslandsaufenthalt kann im Rahmen von bestehenden Programmen (z.B. DAAD Programme/REU; Erasmus-Programm) und Abkommen mit den Partneruniversitäten der TUD oder des Landes Hessen absolviert werden.

Forschungsphase I: Forschungspraktikum

Die Gesamtdauer des Forschungspraktikums beträgt ca. 8 - 10 Wochen (12 CP). Am Ende des Praktikums werten die Studierenden ihre Experimente aus und stellen die Ergebnisse in zusammenhängender Form schriftlich dar. Auf dieser Basis entwerfen sie einen Projektvorschlag, der im Rahmen der Master-Thesis bearbeitet wird.

Forschungsphase II: Master-Thesis:

Im Rahmen der 6-monatigen Master-Arbeit (30 CP) erfolgt die experimentelle und weitgehend eigenständige Bearbeitung eines aktuellen Forschungsvorhabens. Die Ergebnisse werden in zusammenhängender Form schriftlich dargestellt und in einem anschließenden öffentlichen Vortrag präsentiert und diskutiert.

Die Master-Arbeit kann für die Dauer des Moduls Semesterübergreifende Gruppenarbeit unterbrochen werden wenn die zu betreuende Veranstaltung aus dem Bachelor-Programm Biologie zeitgleich mit der Phase der Master-Arbeit stattfindet. In diesem Fall wird die Master-Arbeit um einen entsprechenden Zeitraum verlängert.

7. Studieninhalte

Schwerpunkt I: Molekular-biotechnologisch

Im Zentrum dieses Schwerpunktes steht die Anwendung von molekularen Technologien mit dem Ziel der Identifizierung oder Optimierung von Molekülen und ihrer Funktionen im Zusammenhang mit therapeutischen, biotechnologischen oder grundlagen-wissenschaftlichen Zielen. Spezifische Themenbereiche sind: Mikroorganismen und ihre Funktionen und Eigenschaften; Genregulation; Biochemie der Proteine und der Nukleinsäuren; sequenzbasierte Bioinformatik, *Molecular Modelling* und *in-silico*-Design.

Schwerpunkt II: Zellbiologisch / biophysikalisch / biomedizinisch

Im Zentrum dieses Studienbereiches stehen biomedizinische und biophysikalische Aspekte der zellulären Funktionen und Dysfunktionen. Spezifische Themenbereiche sind: Strahlenbiologie als ausgeprägt interdisziplinäres Fachgebiet unter Beteiligung des Fachbereiches Biologie, von Instituten der Physik und der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI); Strahlentherapie und Strahlenschutz; Funktionen und Eigenschaften von Zellen, Zellkompartimenten und einzelnen Moleküle;

biophysikalisch orientierte Methoden; Mikroskopie-Techniken; elektrophysiologische Methoden; Modellrechnungen; Entwicklungsbiologie und ihre biomedizinischen Aspekte, regenerative Medizin und *“Tissue Engineering”*.

Schwerpunkt III: Biodiversität und Umwelt

Im Zentrum dieses Studienbereichs stehen die Interaktionen und Netzwerke von (Mikro-) Organismen und ihre Funktionen in Ökologischen Systemen. Spezifische Themenbereiche sind: Biodiversitätsforschung; Struktur und Funktion von Nahrungsnetzen; Naturschutzbiologie und nachhaltige Nutzung von Ökosystemen; Technikfolgenabschätzungen; Renaturierungsökologie; mathematische Modelle und Analysen komplexer biologischer Netzwerke.

Semesterübergreifende Gruppenarbeit

Im Laufe des 3. oder 4. Semesters übernehmen die Studierenden die Betreuung einer kleinen Gruppe von Studierenden in Forschungsprojekten im 5. / 6. Semester des Bachelor-Studienganges Biologie. Die selbständige und verantwortliche Anleitung von Studierenden führt nicht nur zu einer Festigung des Fachwissens, sondern auch zur Entwicklung von Lehrstrategien und Führungskompetenz.

8. Leistungsanforderungen und Prüfungen

Der Lernerfolg wird durch Studienleistungen und Prüfungsleistungen kontrolliert und nachgewiesen. Die Prüfungen werden in der Regel im Anschluss an das jeweilige Modul studienbegleitend durchgeführt. Bei bestandener Prüfung werden die Kreditpunkte des entsprechenden Moduls gutgeschrieben.

Ermittlung der Gesamtnote

Die Gesamtnote des Master-Abschlusses ergibt sich aus den einzelnen benoteten Studien- und Prüfungsleistungen der Module, gewichtet nach den Kreditpunkten für das jeweilige Modul und bezogen auf insgesamt 120 Kreditpunkte.

9. In Kraft Treten

Die vorliegende Studienordnung tritt am 01.10.2009 in Kraft. Sie wird in der Satzungsbeilage der Technischen Universität Darmstadt veröffentlicht.

Darmstadt, den 09.09. 2009



Der Dekan des Fachbereiches Biologie
Prof. Dr. H. Ulrich Göringer

Anhang

Studienplan Master-Studiengang Technische Biologie

CP	1. Sem	2. Sem	3. Sem	4. Sem
1	Wahlpflicht Block 1 15 CP	Wahlpflicht Block 3 15 CP	Forschungs- praktikum 12 CP	Master-Arbeit 30 CP
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13	Wahlpflicht Block 2 15 CP	Wahlpflicht Block 4 15 CP	Semester- übergreifende Gruppenarbeit 8 CP	
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25	optional: 15 CP Fachüber- greifende Vertiefung		2 Spezial- vorlesungen 6 CP	
26				
27				
28				
29				
30				
			Vortrag 4 CP	