

Studiengangsdokumentation

Masterstudiengang *Molekulare Biotechnologie*

Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Studienfakultät Biowissenschaften

Technische Universität München

17.04.2018

| | |
|---|---|
| Bezeichnung: | Molekulare Biotechnologie |
| Organisatorische Zuordnung: | Studienfakultät Biowissenschaften, WZW Studiendekan Prof. Dr. Harald Luksch |
| Abschluss: | Master of Science (M.Sc.) |
| Regelstudienzeit (Credits): | 4 Semester /120 Credits |
| Studienform: | Vollzeit |
| Zulassung: | Eignungsverfahren |
| Starttermin: | WS 2000/01 |
| Sprache: | Deutsch, teilweise Englisch |
| Studiengangsverantwortliche/-r: | Prof. Dr. Arne Skerra |
| Ergänzende Angaben für besondere Studiengänge: | keine |
| Ansprechperson(en) bei Rückfragen: | Prof. Dr. Arne Skerra, 08161/71-4350, skerra@tum.de Dr. Astrid Bauer, 08161/71-3492, studienkoordination.mbt@wzw.tum.de |

Inhalt

| | |
|---|----|
| 1. Studiengangsziele | 3 |
| 1.1 Zweck des Studiengangs..... | 3 |
| 1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs | 4 |
| 2. Qualifikationsprofil..... | 4 |
| 2.1 Fach- und Methodenkompetenzen..... | 4 |
| 2.2 Sozial- und Selbstkompetenzen | 5 |
| 3. Zielgruppen..... | 6 |
| 3.1 Adressatenkreis | 6 |
| 3.2 Vorkenntnisse der Studienbewerber | 6 |
| 3.3 Zielzahlen..... | 7 |
| 4. Bedarfsanalyse | 8 |
| 5. Wettbewerbsanalyse..... | 9 |
| 6. Aufbau des Studiengangs | 10 |
| 7. Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten | 14 |
| 7.1 Organisatorische Anbindung | 14 |
| 7.2 Administrative Zuständigkeiten | 15 |

1. Studiengangsziele

1.1 Zweck des Studiengangs

Molekulare Biotechnologie ist die Wissenschaft von der Gewinnung bzw. Konstruktion natürlicher wie auch künstlicher Biomoleküle mit Hilfe von Zellen oder Organismen. Zu den Biomolekülen zählen Makromoleküle wie die Proteine (Eiweißstoffe), Nukleinsäuren (DNS oder RNS) und Polysaccharide (Kohlenhydrate und Zucker), aber auch niedermolekulare Naturstoffe. Die Proteine sind die wichtigsten molekularen Funktionsträger in der Natur. Als Enzyme, Hormone, Rezeptoren und Antikörper, Membran-, Struktur-, Transport- und Speicherproteine erfüllen sie eine Vielzahl von Aufgaben innerhalb und außerhalb der Zelle. Ihre chemische Struktur ist unmittelbar in den Genen kodiert und ihre Universalität hat schon vor vielen Jahren zum Einsatz in praktischen Anwendungen motiviert. Beispielsweise dienen bestimmte Enzyme als Biokatalysatoren in chemischen Synthesen. Blutgerinnungsfaktoren, Botenstoffe wie das Wachstumshormon und insbesondere Antikörper werden dagegen für die Diagnose und Therapie von Erkrankungen in der Medizin immer wichtiger.

Meist entziehen sich solche Biomakromoleküle jedoch einer effizienten chemischen Produktion, so dass erst mit den modernen biosynthetischen Methoden die Herstellung der benötigten Mengen dieser Substanzen möglich geworden ist. Die klassische Biotechnologie — entsprechende Studiengänge werden seit vielen Jahren an deutschen Universitäten angeboten — hat sich hauptsächlich dem Produktionsprozess und damit verbundenen verfahrenstechnischen Fragestellungen (wie Fermentation, Trennverfahren usw.) gewidmet. Im Zeitalter der Gentechnik ist es jedoch sehr viel einfacher geworden, die biosynthetische Leistung der Zelle selbst zu optimieren. Darüber hinaus ist man nicht mehr darauf beschränkt, allein natürlich vorkommende Substanzen "überzuproduzieren"; vielmehr ist auch die Konstruktion und effiziente Synthese künstlicher Biomoleküle mit verbesserten oder ganz neuartigen Funktionen (Protein-Design) möglich geworden. Hier bestehen Anknüpfungspunkte zu dem neuen Forschungsgebiet der Synthetischen Biologie.

Das technische Know-How und die damit für ein Wirtschaftsunternehmen verbundene Wertschöpfung liegen daher nicht mehr in erster Linie im Herstellungsprozess sondern zunehmend in der Struktur und Funktion des Biomoleküls bzw. der (gezielt manipulierten) genetischen Ausstattung der produzierenden Zelle (oder des Organismus). Durch Protein-Engineering lassen sich beispielsweise neuartige Wirkstoffe in der Medizin sowie Biokatalysatoren für die industrielle Biotechnologie oder "molekulare Werkzeuge" für den Einsatz in verschiedensten technischen Bereichen (von der Umweltanalytik bis zum Bio-Chip) gewinnen. Dieses Arbeitsgebiet erfordert daher den interdisziplinären Einsatz von gentechnischen, proteinchemischen, biophysikalischen und bioinformatischen Methoden.

Im Mittelpunkt der "Molekularen" Biotechnologie stehen damit die Biomoleküle selbst. Also insbesondere die oben genannten Makromoleküle – neben den Lipiden und den Stoffwechselzwischenprodukten (Metaboliten) – sowie die Zellen, welche diese synthetisieren. Zellen, sowohl Mikroorganismen als auch kultivierte Zellen von Tieren oder Pflanzen, sind nicht nur als Produzenten von Interesse sondern auch als Studienobjekte, z.B. um biologische Testsysteme aufzubauen oder die Wirkung von (bio-)synthetischen Substanzen zu untersuchen. Ein weiteres Studienobjekt sind die mehrzelligen Organismen, also Tiere oder Pflanzen, wobei neben physiologischen Aspekten die genetische Manipulation im Vordergrund steht. Vielversprechende Anwendungen der Molekularen Biotechnologie finden sich in der Medizin, wo Wirkstoffe wie Antikörper oder gezielt veränderte Proteine in Therapie und Diagnostik (einschließlich bildgebender Verfahren *in vivo*) eingesetzt werden können. Eine große Rolle für die Molekulare Biotechnologie

spielen technische Instrumente und Hilfsmittel, von hochmodernen physikalischen Messgeräten über Fermentationsanlagen bis zu computertechnischen Methoden (Molecular Modelling und Bioinformatik). Aus dem interdisziplinären Charakter dieses seit seiner Gründung im Jahr 2000 nach wie vor aktuellen biowissenschaftlichen Studiengangs ergeben sich daher fünf thematische Säulen, auf denen insbesondere das Masterprogramm beruht: Biomoleküle, Zellen, Organismen, Medizin und Technik.

Die zunehmende Anwendung in der Hochschulforschung, in modernen Biotech-Unternehmen wie auch in der Pharma- und Chemieindustrie führt zu einem internationalen Bedarf an entsprechend breit ausgebildeten hochqualifizierten Fachkräften. An der Technischen Universität München wird deshalb der konsekutive Bachelor/Masterstudiengang *Molekulare Biotechnologie* angeboten, in dem diese Kenntnisse in passender Kombination und kompakter Form vermittelt werden.

1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

Die Technische Universität München verfügt aufgrund ihrer Fächerstruktur und der vorhandenen Kernkompetenzen über hervorragende Voraussetzungen, um die Molekulare Biotechnologie als starken interdisziplinären Forschungs- sowie Ausbildungsschwerpunkt weiterzuentwickeln. Für das Wissenschaftszentrum Weihenstephan generiert dieser Studiengang hochspezialisierte Absolventen, die beispielsweise in ihren Masterarbeiten molekularbiologische Forschung in den angewandten Bereichen Agrar, Forst und Ernährung leisten. Neben einer über die bestehenden Fakultäts- und Standortgrenzen hinausgehenden thematischen Bündelung spielt der Studiengang eine wichtige Rolle bei der Vernetzung zum Standort Garching mit den Fakultäten Chemie, Physik, Maschinenwesen und dem Klinikum Rechts der Isar mit der Fakultät Medizin sowie dem Helmholtz Zentrum München für Gesundheit und Umwelt. Erwähnt werden sollte an dieser Stelle auch der neu konzipierte Bachelorstudiengang „Chemische Biotechnologie“ der in ähnlicher Weise fakultäts- und standortübergreifend agiert. Dort werden der Standort Straubing, die Fakultät Chemie, der Standort Weihenstephan und die in der Straubinger Umgebung angesiedelten Unternehmen vernetzt. Jedoch liegt bei diesem Bachelor der Schwerpunkt auf den biotechnologischen chemisch-stofflichen Umwandlungsprozessen im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe. Die darin vermittelten Grundlagen ermöglichen es jedoch auch unter gewissen Auflagen den Master in *Molekulare Biotechnologie* zu beginnen.

Die Ausbildung im fakultätsübergreifenden Masterstudium *Molekulare Biotechnologie* sichert zudem den erforderlichen wissenschaftlichen Nachwuchs für die Forschung und die Doktorandenausbildung in verschiedensten Bereichen.

2. Qualifikationsprofil

2.1 Fach- und Methodenkompetenzen

Nach Abschluss des Masterstudiums sind Studierende der *Molekularen Biotechnologie* in der Lage, komplexe naturwissenschaftliche Fragestellungen auf dem Gebiet der Biotechnologie und Molekularbiologie sowie deren angrenzenden Gebiete zu bewerten, Herangehensweisen zu

strukturieren und Forschungsergebnisse zu evaluieren. Sie verfügen damit auch über die Grundlagen, um in einer anschließenden Dissertation die Befähigung zur eigenständigen wissenschaftlichen Arbeit zu erwerben. Sie haben Kenntnisse in Spezialgebieten wie dem Protein-Engineering, der Molekularen Mikrobiologie oder der strukturbasierten Bioinformatik und können diese anwenden, weitergeben und schriftlich niederlegen. Insbesondere sind die Studierenden anhand dieses Studienganges befähigt, in der Entwicklung und Anwendung von biotechnologischen und biochemischen Fragestellungen selbständig Forschungsfragen zu identifizieren, umfangreiche Studien dazu anzulegen, die Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und zu analysieren und weiterzuentwickeln.

Beispielsweise können sie auf dem Gebiet des Protein-Designs bei der Entwicklung biologischer Wirkstoffe zur Behandlung von schwerwiegenden Erkrankungen einen Beitrag leisten. Ihnen ist es möglich, die Struktur und Eigenschaften eines Proteins zu verstehen, und sie können daraus Ansätze konzipieren, um das Protein funktionell zu verändern oder zunächst erforderliche strukturelle Informationen zu gewinnen. Weitere erworbene Kompetenzen betreffen molekularbiologische Methoden, wie genetische Analysen und Zellkulturtechniken, oder enzymatische Verfahren sowie deren theoretische Grundlagen, welche sowohl in der Forschung als auch in der Industrie Anwendung finden. Außerdem sind die Absolventen in der Lage, aktuelle Themen und Publikationen auf diesem Gebiet zu bewerten und gegebenenfalls auf experimentelle Weise nachzuvollziehen und weiterführende Ansätze zu entwickeln.

Schließlich haben sie die Fähigkeit, ihre erlangten Kenntnisse in Präsentationen und auf Tagungen vorzustellen und in Publikationen der internationalen Fachwelt bekannt zu geben. Von besonderem Vorteil ist die anwendungsbezogene Ausbildung, wodurch sich die Absolventen des Masterstudiums *Molekulare Biotechnologie* schnell in komplexe Aufgabenstellungen einarbeiten können.

2.2 Sozial- und Selbstkompetenzen

Die Studierenden der Molekularen Biotechnologie verfügen über eine hohe Kooperationsbereitschaft, die sie sich durch eine Vielzahl an Gruppenarbeiten, in Praktika, Seminaren und Projektarbeiten erworben haben. Sie weisen eine hohe Teamfähigkeit, Solidarität und interkulturelle Toleranz auf, die sie sich durch Zusammenarbeit mit anderen Studiengängen, Fachbereichen und internationalen Kollegen an den verschiedenen Lehrstühlen oder Arbeitsgruppen erworben haben. Bei studentischen Initiativen, z.B. in der Fachschaft oder in Organisationen wie der IKOM, mit dem SNIIP-Magazin, iGEM oder dem Biolloquium, besteht die Möglichkeit für die Studierenden Engagement und Verantwortungsbewusstsein zu beweisen und den Blick für überfachliche Interessensfelder zu schärfen.

Durch die selbstverantwortliche Organisation und individuell wählbare Zusammenstellung des Studiengangs können die Masterabsolventen ihre Schwächen und Stärken selbst gut einschätzen, mit diesen konstruktiv umgehen und lernen sich selbst realistische Arbeitsziele zu setzen. Durch die erfolgreiche Anfertigung der Master's Thesis können die Studierenden zielstrebig, ausdauernd und mit hoher Selbstorganisation an Fragestellungen und Problemen arbeiten und diese lösen. Sie können ihre Ziele und Wünsche konkret benennen und selbstbewusst präsentieren.

3. Zielgruppen

3.1 Adressatenkreis

Der Masterstudiengang *Molekulare Biotechnologie* richtet sich an hervorragende Hochschulabsolventen in- oder ausländischer wissenschaftlicher Hochschulen mit Bachelor of Science oder gleichwertigem Abschluss in den Studiengängen *Molekulare Biotechnologie*, *Biochemie*, *Biotechnologie*, *Biologie* oder vergleichbaren Studiengängen. Die verschiedenen Bachelorstudiengänge der TUM, die einen Wechsel in den Masterstudiengang *Molekulare Biotechnologie* ermöglichen, sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Bachelorstudiengänge der TUM, die eine Qualifizierung für den Masterstudiengang *Molekulare Biotechnologie* ermöglichen.

| Bachelorstudiengänge an der TUM | Qualifiziert für Masterstudiengang <i>Molekulare Biotechnologie</i> |
|--|---|
| <i>Biochemie</i> | Ja |
| <i>Bioinformatik</i> | mit Auflagen |
| <i>Biologie</i> | mit Auflagen |
| <i>Chemische Biotechnologie</i> | mit Auflagen |
| <i>Ernährungswissenschaft</i> | mit Auflagen |
| <i>Technologie und Biotechnologie der Lebensmittel</i> | mit Auflagen |

3.2 Vorkenntnisse der Studienbewerber

Die Studienbewerber benötigen neben der fachlichen Qualifikation im Bereich der Biowissenschaften, die Fähigkeit zu wissenschaftlicher bzw. grundlagen- und methodenorientierter Arbeitsweise, die Befähigung zur Lösung komplexer und schwieriger Probleme, das Interesse an Anwendungsproblemen und selbstverständlich ein überdurchschnittliches Interesse an molekularen und biotechnologischen Fragestellungen.

Um sicherzustellen, dass die Bewerber die benötigten Kompetenzen mitbringen, müssen diese ein Eignungsverfahren absolvieren, bei dem die fachliche Qualifikation, die Noten, die Motivation für den Masterstudiengang *Molekulare Biotechnologie* sowie sonstige Qualifikationen berücksichtigt werden. Durch die intensive Auseinandersetzung des Bewerbers mit dem Studiengang, aber auch der Prüfungskommission mit dem Bewerber, wird vorab sichergestellt, dass die Erwartungen und Anforderungen von beiden Seiten in etwa deckungsgleich sind und die Bewerber auch die richtige Vorstellung für den Studiengang haben. Zu Beginn der Bewerbung geben die Bewerber in der Curricular Analyse im biowissenschaftlichen und auch naturwissenschaftlichen Bereich alle Module mit Anzahl der Credits und den darin erworbenen Noten an. Diese Angaben werden verrechnet und ergeben eine gewisse Punktzahl. Zusätzlich reichen die Bewerber ein etwa 1-seitiges Motivationsschreiben ein. Die Bewerber weisen dabei ein überdurchschnittliches Interesse nach und

können dieses auch durch die Nennung und Beschreibung aktueller Themen untermauern. Zudem überzeugen die Bewerber auch durch eine strukturierte und korrekte Ausdrucksweise zu den von Ihnen genannten Themengebieten. Auch auf dieses Motivationsschreiben werden von der Prüfungskommission Punkte vergeben und mit den Punkten aus der Curricular Analyse verrechnet. Je nach vorliegendem Punktestand erfolgt eine Direktzulassung, eine Einladung zum Eignungsgespräch oder eine sofortige Ablehnung. Nähere Informationen zum Eignungsverfahren finden sich in der jeweils aktuellen Fachprüfungsordnung (siehe <http://mbt.wzw.tum.de>).

Aufgrund der starken Forschungsausrichtung sollten zudem gute Englischkenntnisse vorhanden sein, um den teilweise englischen Lehrveranstaltungen folgen zu können, sich mit der überwiegend englischsprachigen Fachliteratur kritisch auseinanderzusetzen und um sich im internationalen Wettbewerb bewähren zu können.

3.3 Zielzahlen

Aufgrund der Erfahrungen aus den letzten Jahren (siehe Abbildung 1) erscheint eine Kohortengröße (WiSe + SoSe) von 40 Studierenden als günstig. Damit kann eine optimale Betreuung von Seiten der Dozenten bei Lehrveranstaltungen aller Art und auch bei der Vergabe von Masterabschlussarbeiten erreicht werden (Abbildung 1).

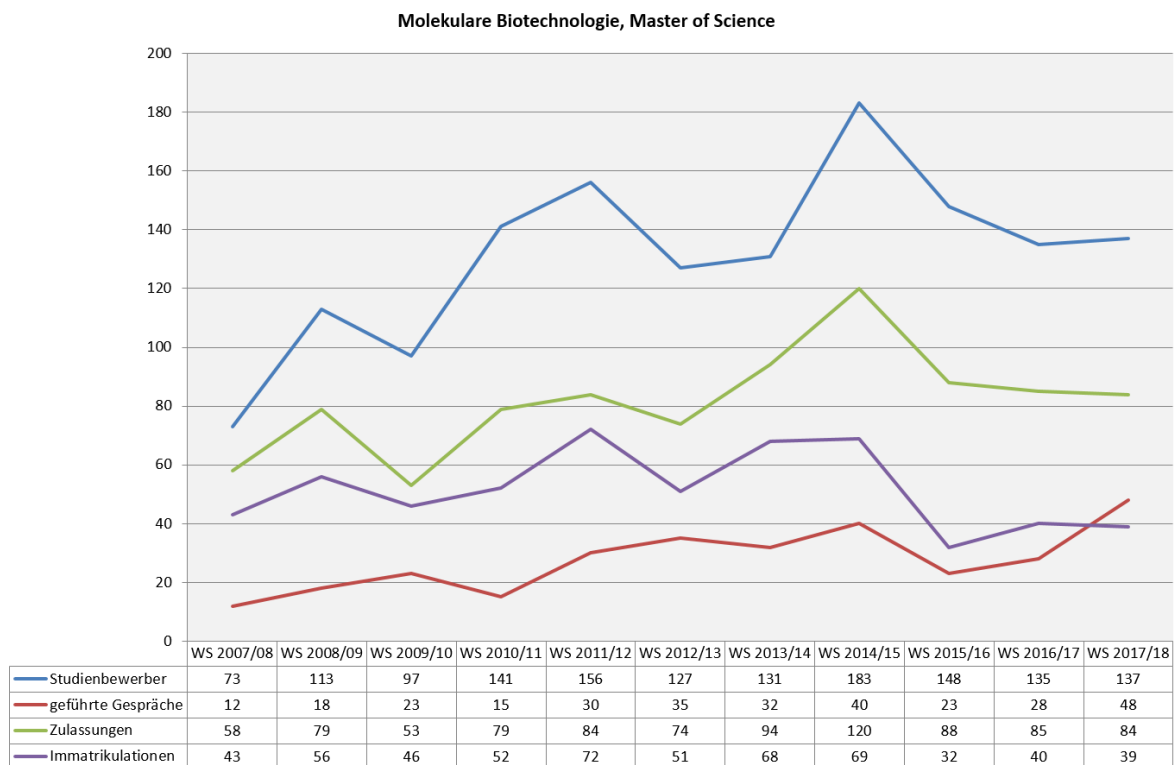


Abbildung 1: Grafische Darstellung der Bewerberzahlen im Masterstudiengang *Molekulare Biotechnologie* (jeweils zum Wintersemester, WiSe).

Die am Wissenschaftszentrum Weihenstephan (WZW) sowie am Standort Garching vorhandenen Ressourcen für Praktika und Abschlussarbeiten sind aufgrund von zeitlich eng getakteten Semestern

und der resultierenden Anhäufung von Masterabschlussarbeiten in den Monaten März bis September limitiert. Auch die zeitliche Einschränkung von Forschungspraktika auf die vorlesungsfreie Zeit (solche Praktika sind nur ganztägig und über eine Dauer von 6 bis 8 Wochen sinnvoll möglich) stellt für die Studierenden aufgrund von begrenztem Platz an den Lehrstühlen bei der Einhaltung ihrer Regelstudienzeit eine Herausforderung dar. Um eine weiterhin exzellente Lehre zu gewährleisten, sollte die Zahl der Studienanfänger nicht über 80 pro Studienjahr liegen.

4. Bedarfsanalyse

Nach erfolgreichem Abschluss des forschungsorientierten Masterstudiums *Molekulare Biotechnologie* ist es den Absolventen möglich, einen nahtlosen Übergang in die Promotion auf allen biotechnologischen, biochemischen und verwandten Forschungsgebieten zu realisieren. In der Regel strebt der weit überwiegende Teil der Absolventen eine anschließende Promotion an oder eine Forschungstätigkeit in der Industrie.

Des Weiteren ist ein direkter Berufseinstieg im Bereich der Biotechnologie möglich. Als Tätigkeitsfelder sind neben dem wachsenden Arbeitsmarkt der Pharmaindustrie insbesondere die Biotechnologiebranche sowie Unternehmen der Chemieindustrie zu sehen. Aufgrund der andauernden Expansion der Biotechnologiebranche werden die zukünftigen Absolventen weiterhin sehr gute Chancen auf dem Arbeitsmarkt haben (siehe Abbildung 2 und beispielsweise die Angaben in den Links:

http://www.biotechnologie.de/statistics_articles/5-die-deutsche-biotechnologie-branche-2016 bzw. unter

<http://www.transkript.de/nachrichten/wirtschaft/2016-01/biotech-branche-vollgas-fuer-2016.html>).

Nach diesen Angaben generieren die etwa 600 Biotechnologie-Firmen in Deutschland einen jährlichen Umsatz von etwa 3,3 Milliarden Euro und wenden etwa 1 Milliarde jährlich für die Forschung und Entwicklung auf; diese Zahlen verzeichnen über die vergangenen Jahre einen deutlichen Aufwärtstrend. Die Anzahl der Mitarbeiter in deutschen Biotech-Unternehmen stieg im Vergleich von 2006 zu 2016 von 23.829 auf 39.260. Das entspricht einer Zunahme von etwa 65%. Eine Änderung dieser Entwicklung ist derzeit nicht in Sicht. Es kann also angenommen werden, dass sich der Arbeitsmarkt für Absolventen des Masterstudiengangs *Molekulare Biotechnologie* weiterhin positiv entwickeln wird.

Spätere Berufsfelder sind dabei:

- Medizin – Entwicklung von Pharmazeutika und Therapeutika, Weiterentwicklung der Diagnostik und auch Entwicklungsarbeit an den Schnittstellen, z.B. Prothesen und Gewebeersatz
- Industrielle Biotechnologie – Entwicklung neuer Prozesse und Materialien (auch aus nachwachsenden Rohstoffen)
- Agrar – gentechnisch bearbeitete Pflanzen und Tiere (z.B. Xenotransplantation), modifizierte Mikroorganismen (auch für die Produktion neuer Stoffe)

Abbildung: Anzahl der Mitarbeiter in deutschen Biotech-Unternehmen
(in blau: in dedizierten Biotech-Unternehmen; in orange: in sonstigen biotechnologisch aktiven Unternehmen)

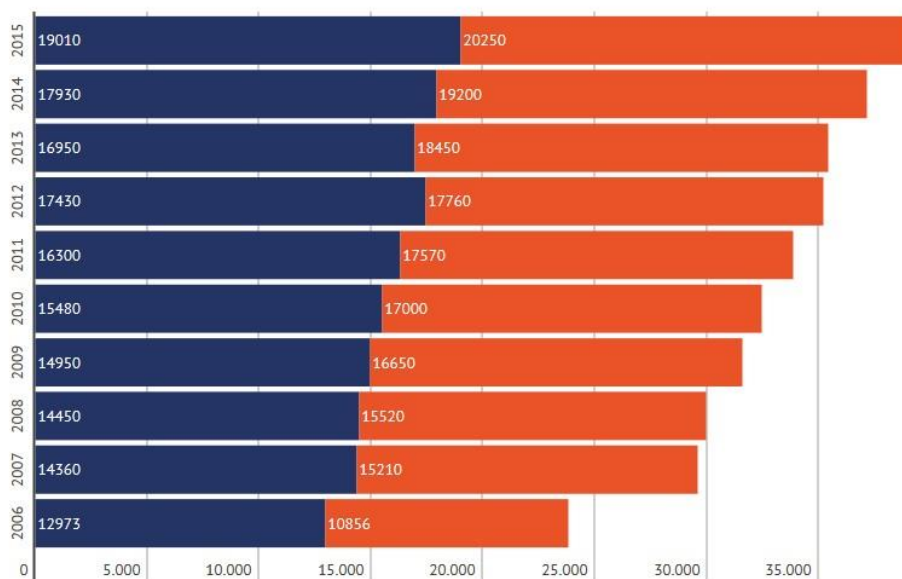


Abbildung 2: Anzahl der Mitarbeiter in der Biotechbranche (Quelle: http://biotechnologie.de/statistics_articles/5-die-deutsche-biotechnologie-branch-2016)

5. Wettbewerbsanalyse

In den vergangenen Jahren wurden an der Technischen Universität München mehrere weitere Master-Studiengänge im Bereich der Biowissenschaften aufgebaut (siehe Tabelle 2). Darunter am ehesten verwandt ist der Masterstudiengang *Biochemie*, der sich jedoch viel stärker der Aufklärung molekularer und zellbiologischer Mechanismen in Biologie und Medizin widmet als der praktischen Anwendung. Dieser deduktiv-analytischen Ausrichtung stehen die konstruktiv-synthetischen Forschungsansätze des Studiengangs *Molekulare Biotechnologie* gegenüber. Daneben wurden die noch stärker technisch geprägten Masterstudiengänge mit verfahrenstechnischer bzw. ingenieurwissenschaftlicher Orientierung *Pharmazeutische Bioprozesstechnik* in Weihenstephan und *Industrielle Biotechnologie* in Garching angeboten. Der von derselben Studienfakultät Biowissenschaften am WZW betreute Masterstudiengang *Biologie* hat im Unterschied zur *Molekularen Biotechnologie* eine ganzheitlich organismische bzw. systembiologische Prägung. Auch wenn Wechsel zwischen diesen Fachrichtungen möglich bzw. sogar erwünscht sind, setzen etwa 50% der eigenen Bachelor-Absolventen am WZW ihren Masterstudiengang im Studiengang *Molekulare Biotechnologie* fort.

Tabelle 2: Schwerpunkte der vergleichbaren Studiengänge an der TUM

| Masterstudiengang | Schwerpunkt |
|--|---|
| <i>Molekulare Biotechnologie</i> | Manipulation von Biomolekülen, Zellen und Organismen für praktische Anwendungen |
| <i>Biochemie</i> | Grundlagenforschung, Zellbiologie |
| <i>Biologie</i> | Grundlagenforschung an Organismen, Physiologie, Ökologie, Umwelt |
| <i>Industrielle Biotechnologie</i> | Verfahrenstechnische Anwendungen, Biokatalyse |
| <i>Pharmazeutische Bioproszestechnik</i> | Sterilprozessstechnik, pharmazeutische Anwendungen |
| <i>Biomassetechnologie</i> | Biomasseproduktion, -nutzung und -verwertung |

6. Aufbau des Studiengangs

Insgesamt umfasst der Masterstudiengang 4 Semester. In diesen vier Semestern müssen 120 Credits erbracht werden, um den Abschluss Master of Science zu erhalten. Ziel dieses Masterstudiums ist die inhaltliche und methodische Vertiefung in den fünf thematischen Säulen der *Molekularen Biotechnologie*: Biomoleküle, Zellen, Organismen, Medizin, Technik. Grundlage für ein solch fachliches Profil bildet der Wahlpflichtbereich mit den entsprechenden „Kernbereich“ (siehe Tabelle 3). Hierbei müssen 40 Credits unter Abdeckung aller 5 thematischen Säulen gewählt werden. Mit diesem Kanon wird ein fundiertes Wissen in allen fünf Bereichen sichergestellt. Darauf aufbauend erweitern bzw. vertiefen die Absolventen des Masterstudiengangs *Molekulare Biotechnologie* ihre Kenntnisse gemäß den individuellen Interessen im Wahlbereich „Vertiefungsbereich“ in vergleichbarem Umfang. In diesem Wahlbereich „Vertiefungsbereich“ müssen mindestens 37 Credits (abhängig von der Zusammenstellung der Module) aus theoretischen und praktischen Lehrveranstaltungen erbracht werden; dabei lässt die Wahl aus derzeitig etwa 75 Modulen im Vertiefungsbereich einen hohen Grad an Individualisierung und Schwerpunktsetzung des Studienplans zu.

Da der Studiengang *Molekulare Biotechnologie* stark forschungsorientiert ist, muss ein großer Anteil der Credits beim Vertiefungsbereich aus dem forschungspraktischen Bereich gewählt werden. Dadurch können die Studierenden verschiedene experimentelle Techniken (z.B. Spektroskopie, Zellkulturtechnik) wie auch konzeptionelle Herangehensweisen (z.B. Handhabung großer Datenmengen, Einsatz komplexer instrumenteller Methoden, Versuchsplanung) im Forschungsalltag erlernen, was im theoretischen Vertiefungsbereich untermauert werden kann.

Darüber hinaus haben die Studierenden im Wahlbereich "Allgemeinbildenden/fachübergreifend" die Möglichkeit, sich in interdisziplinäre Forschungsgebiete einzuarbeiten, sich mit gesellschaftspolitischen Fragestellungen zu befassen, berufliche Soft Skills zu entwickeln oder auch Sprachenkenntnisse zu erweitern. Aus diesem frei wählbaren Bereich können die Studierenden mindestens 8 Credits aus einem breiten Spektrum (über 90 Module) an Wahlmodulen einbringen. Dadurch wird das Profil der Absolventen abgerundet, und diese werden in die Lage versetzt, das eigene

Handeln im Kontext mit anderen Forschungsdisziplinen oder auch gesellschaftlichen Fragestellungen zu betrachten und zu hinterfragen.

Am Ende des dritten Semesters wird von den Studierenden das Prüfungsmodul „Wissenschaftliche Projektplanung“ (5 Credits) abgelegt. In diesem Modul werden der Projektplan sowie der wissenschaftliche Hintergrund der Master-Arbeit von dem Studierenden selbstständig erarbeitet, vor zwei Hochschullehrern präsentiert und diskutiert. Dieses Modul dient der Vorbereitung auf die meist experimentell orientierte Master-Arbeit und der dazugehörigen Abschlusspräsentation. Durch das Hinterfragen der inhaltlichen Zusammenhänge, aber auch der methodischen Herangehensweise und Strategien bei technischen und methodischen Problemen wird dabei überprüft, inwieweit der Master-Student das Fachgebiet der Molekularen Biotechnologie im Zusammenhang überblickt. Im 4. Semester schließt sich die Masterthesis mit 30 Credits an. Die Arbeitslast der Studierenden beträgt somit 30 ECTS pro Semester.

Die angebotenen Module erstrecken sich in der Regel jeweils auf ein (maximal auf zwei) Semester; damit wird große zeitliche Flexibilität und die Möglichkeit zur Individualisierung für die Studierenden sichergestellt. Exemplarisch ist zur Veranschaulichung eines typischen Studienverlaufs ein schematischer Studienplan erstellt worden (Tabelle 4). Die Studierenden haben durch die flexible Gestaltung Ihres Studienplans darüber hinaus grundsätzlich die Möglichkeit, in einem beliebigen der 4 Mastersemester ein Auslandssemester zu absolvieren. Beispielhaft ist ein Studienplan mit einem integrierten Auslandsaufenthalt dargestellt (Tabelle 5). Da Singapur ein sehr beliebtes Ziel der Studierenden über die letzten Jahre hinweg darstellt, wurde dieses Land hier exemplarisch ausgewählt. Somit hat der Masterstudiengang *Molekulare Biotechnologie* ein großes und flexibles Mobilitätsfenster, welches von Studierenden gerne genutzt wird.

Das Konzept bei der Gestaltung des Studienganges besteht in der Balance zwischen einer individuellen, neigungs- und interessensgetriebenen Wahl von Modulen in unterschiedlichen Bereichen der angewandten molekularen Biowissenschaften einerseits und der Notwendigkeit, eine für die spätere Berufs- oder Forschungstätigkeit erforderliche methodische und inhaltliche Basis sicherzustellen. Dies ist im Aufbau des Studiengangs gegeben mit einer angenäherten Drittelung der Credit-Vorgaben zwischen dem strukturierten Wahlpflichtbereich (Kernbereich), dem Wahlbereich (Vertiefungsbereich) mit großer individueller Gestaltungsfreiheit sowie der Masterarbeit mit frei wählbarer Thematik auf dem Gebiet der Molekularen Biotechnologie (oder ggf. angrenzenden Bereichen).

Tabelle 3: Struktur des 4-semesterigen Masterstudiengangs *Molekulare Biotechnologie*

| | ECTS | Biomole- küle | Zellen | | Organismen | Medizin | Technik |
|--|------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Kernbereich* | 40 | | | | | | |
| | Je 5 | Proteomics | Mikrobielle Pathologie | Mikrobio. angewandt | Biotechnologie der Pflanzen | Molekulare Onkologie | Bioinformatik / Genomik |
| | Je 5 | Protein-Engineering | In vitro-Modelle d. Zellbiologie | | Biotechnologie der Tiere | Nutrition a. Microbe-Host Interaction | Pharmazeutische Bioprozesstechnik |
| Vertiefungsbereich° | 37 | | | | | | |
| • Praktischer Vertiefungsbereich# | 15-25 | | | | | | |
| • Theoretischer Vertiefungsbereich | 12-22 | | | | | | |
| Fachübergreifend / allgemeinbildend | 8 | | | | | | |
| „Wissenschaftliche Projektplanung“ | 5 | | | | | | |
| Master-Arbeit | 30 | | | | | | |
| Gesamt | 120 | | | | | | |

* Auswahl von insg. 8 aus 11 Modulen unter Abdeckung aller 5 thematischen Säulen

° Auswahl derzeit aus mind. 78 Modulen, jedoch möglich auch weitere Module aus dem Angebot der TUM oder aus Auslandsaufenthalten auf Antrag einzubringen

dabei 1-2 Forschungspraktika (à 10 Credits), maximal eines je Säule

Tabelle 4: typischer Studienverlauf im Masterstudiengang *Molekulare Biotechnologie*

| 1. Semester | 2. Semester | 3. Semester | 4. Semester |
|--|--|---|------------------------|
| Proteomics Kernbereich – Biomoleküle 5 Credits | Protein – Engineering Kernbereich – Biomoleküle 5 Credits | Biologie humanpathogener Bakterien Vertiefungsbereich – theoretisch, Zellen 5 Credits | Masterarbeit 30 CPs |
| Mikroorganismen als Krankheitserreger Kernbereich – Zellen 5 Credits | Nutrition and Microbe-Host Interaction Kernbereich – Medizin 5 Credits | Entwicklung von Starterkulturen Vertiefungsbereich – theoretisch, Zellen 6 Credits | |
| Biopharmazeutische Technologie Kernbereich – Technik 5 Credits | Biotechnologie der Pflanzen Kernbereich – Organismen 5 Credits | Experimental Immunology and Pathology Vertiefungsbereich – praktisch, Medizin 5 Credits | |
| In vitro-Modelle der Zellbiologie Kernbereich – Zellen 5 Credits | Aktuelle Themen der Neurobiologie Vertiefungsbereich – theoretisch, Medizin 5 Credits | Molekulare und Medizinische Virologie Vertiefungsbereich – theoretisch, Medizin 6 Credits | |
| Molekulare Onkologie Kernbereich – Medizin 5 Credits | Forschungspraktikum Mikrobielle Diversität und Molekularphysiologie Vertiefungsbereich – praktisch, Zellen 10 Credits | Hebräisch A1.1 Allgemeinbildendes/ fachübergreifendes Modul 3 Credits | |
| Herausforderungen der Biomedizin. Soziale, politische und ethische Dimension der medizinischen Biologie Allgemeinbildendes/ fachübergreifendes Modul 5 Credits | | Wissenschaftliche Projektplanung 5 Credits | |
| 30 Credits | 30 Credits | 30 Credits | 30 Credits |

Der Kernbereich, der theoretischen und praktischen Vertiefungsbereich sowie die fachübergreifenden/allgemeinbildenden Module sind in unterschiedlichen Farben hervorgehoben.

Tabelle 4: Beispiel-Studienverlauf im Masterstudiengang *Molekulare Biotechnologie* mit einem integrierten Auslandsaufenthalt in Nanyang Technological University Singapore (NTU)

| 1. Semester „Ausland“ | 2. Semester | 3. Semester | 4. Semester |
|---|---|---|-----------------------|
| NTU Forschungspraktikum Proteomics und Genomics Anerkennung Vertiefungsbereich – praktisch, Biomoleküle 10 Credits | Protein – Engineering Kernbereich – Biomoleküle 5 Credits | Proteomics Kernbereich – Biomoleküle 5 Credits | Masterarbeit 30 CP |
| NTU Virology Anerkennung Vertiefungsbereich – theoretisch, Zellen 5 Credits | Biotechnologie der Pflanzen Kernbereich – Organismen 5 Credits | In vitro-Modelle der Zellbiologie Kernbereich – Zellen 5 Credits | |
| NTU Molecular Basis of Diseases Vertiefungsbereich – theoretisch, Medizin 5 Credits | Nutrition and Microbe-Host Interaction Kernbereich – Medizin 5 Credits | Mikroorganismen als Krankheitserreger Kernbereich – Zellen 5 Credits | |
| NTU Mikrobiological Literature Seminar Anerkennung Vertiefungsbereich – theoretisch, Zellen 2 Credits | Evolution von Krankheitserregern Vertiefungsbereich – theoretisch, Zellen 5 Credits | Biotechnologie der Pflanze Kernbereich – Organismen 5 Credits | |
| NTU Biotechnology & Society Anerkennung Allgemeinbildendes/ fachübergreifendes Modul 5 Credits | Forschungspraktikum Mikrobielle Diversität und Molekularphysiologie Vertiefungsbereich – praktisch, Zellen 10 Credits, | Biopharmazeutische Technologie Kernbereich – Technik 5 Credits | |
| NTU Chinese for Non-Chinese Language Background Students I Anerkennung Allgemeinbildendes/ fachübergreifendes Modul 3 Credits | | Wissenschaftliche Projektplanung 5 Credits | |
| 30 Credits | 30 Credits | 30 Credits | 30 Credits |

Der Kernbereich, der theoretischen und praktischen Vertiefungsbereich sowie die fachübergreifenden/allgemeinbildenden Module sind in unterschiedlichen Farben hervorgehoben.

7. Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

7.1 Organisatorische Anbindung

Der Masterstudiengang *Molekulare Biotechnologie* ist der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan (WZW) federführend zugeordnet. Die Verwaltung des Studiengangs liegt bei der Studienfakultät Biowissenschaften mit dem Studiendekan Biowissenschaften (Prof. H. Luksch) und

dem von ihr bestimmten Prüfungsausschuss. Mit der Betreuung des Studiengangs wurde Herr Prof. Dr. Arne Skerra (Lehrstuhl für Biologische Chemie) als Vorsitzender des Prüfungsausschusses beauftragt.

Spezifische Belange dieses fakultätsübergreifenden Studiengangs (Fachstudienberatung, Schriftführer des Prüfungsausschusses, Prüfungsangelegenheiten, Öffentlichkeitsarbeit, etc.) werden von einem Studiengangsbetreuer oder einer Studienkoordinatorin am Standort Weihenstephan übernommen. Der Prüfungsausschuss besteht aus dem Prüfungsausschussvorsitzenden, der gleichzeitig der Studiengangsbetreuer ist, sowie 5 Dozent/innen, die jeweils einzelne Fachrichtungen vertreten. Aktuelle Zusammensetzungen und weitere Informationen finden sich auf der Web Page der Studienfakultät: <http://www.sf-biowiss.wzw.tum.de/> und <http://mbt.wzw.tum.de/index.php?id=2>.

7.2 Administrative Zuständigkeiten

Beratung

| | |
|--|---|
| Studiengangsspezifische Beratung | Studienkoordination Biowissenschaften |
| <i>Studienplanung, Integration von Auslandsaufenthalten, individuelle Karriereplanung, allgemeine Fragen, Studienordnungen, Beratung in Prüfungsausschussangelegenheiten wie Module, Anerkennung bereits erbrachter Studienleistungen etc.</i> | Dr. Astrid Bauer Tel: 08161-71-3492 Alte Akademie 8 85 354 Freising studienkoordination.mbt@wzw.tum.de http://www.sf-biowiss.wzw.tum.de/mbt |
| Studienberatung / Schulprogramme | Studenten Service Zentrum (SSZ) |
| <i>Persönliche allgemeine Studienberatung, Servicestelle für behinderte und chronisch kranke Studierende, Programme für Schüler/innen und Schulen, Wohnraumsupport</i> | http://portal.mytum.de/studium/ssz Tel: 089-289-22737 studienberatung@tum.de Arcisstr. 21, 80333 München SSZ Service Desk Raum 0140 |
| Beiträge / Stipendien | Studenten Service Zentrum (SSZ) |
| <i>Studienbeiträge, Stipendien, Studienbeitragsdarlehen, Befreiungen und Rückerstattungen von Beiträgen, etc.</i> | http://portal.mytum.de/studium/ssz Studienbeiträge: 089-289-22245 beitragsmanagement@zv.tum.de Arcisstr. 21, 80333 München Raum 0161 und 0157 Stipendien: 089-289-22252 stipendien@zv.tum.de Arcisstr. 21, 80333 München Raum 0159 |

| | |
|--|---|
| International Office | Studenten Service Zentrum (SSZ) |
| <i>Informationen für Austauschstudierende, Hilfe bei sozialen Fragen, wie z. B. zum Visum oder zur Kontoeröffnung in Deutschland</i> | http://portal.mytum.de/studium/ssz Tel: 089-289-25017 incoming@zv.tum.de Arcisstr. 21, 80333 München Raum 0194 |
| Immatrikulation | Studenten Service Zentrum (SSZ) |
| <i>Bewerbung, Immatrikulation, StudentCard, Beurlaubung, Rückmeldung, Verifikation von Studienabschlüssen, etc.</i> | http://portal.mytum.de/studium/ssz Tel: 089-289-22245 studium@tum.de Arcisstr. 21, 80333 München SSZ Service Desk Raum 0140 |

Bewerbung

| | |
|---|---|
| Bewerben an der TUM Onlinebewerbungsportal | https://www.tum.de/studium/bewerbung/onlinebewerbung/ |
| Allgemeine Informationen | https://www.tum.de/studium/bewerbung/onlinebewerbung/ |
| <i>Zulassungsvoraussetzungen, Zulassungsarten, Bewerbung, Formalien für Erstsemester sowie Informationsgespräche mit den zuständigen Studienkoordinatoren</i> | |
| Eignungsverfahren für den Masterstudiengang Molekulare Biotechnologie | http://portal.mytum.de/studium/studiengaenge/molekulare_biotechnologie_master |

Zulassungsverfahren und Immatrikulation

Sowohl das Zulassungsverfahren als auch die Immatrikulation liegen in den Händen des Immatrikulationsamtes bzw. des Studenten Service Zentrums (SSZ) der Technischen Universität München. Die Studienfakultät Biowissenschaften der Fakultät WZW, das Campus Office Weihenstephan und das SSZ arbeiten hierbei eng zusammen.

Prüfungsmanagement

| | |
|--|---|
| Prüfungsamt Biowissenschaften | Frau Angela Schwarz Tel: 08161-71-3202 Alte Akademie 1 85 354 Freising schwarza@zv.tum.de |
| <i>Prüfungsangelegenheiten, Prüfungsbescheide, Leistungsnachweise, Abschlussdokumente, Bescheinigungen</i> | |

Prüfungsausschuss
Molekulare Biotechnologie

Vorsitz: Prof. Dr. Arne Skerra
skerra@tum.de
Tel: 08161-71-4350

*Genehmigungen (Masterarbeit,
Studienpläne), Anerkennungen, Fach- und
Modullisten*

Schriftführerin: Dr. Astrid Bauer
