

Studiengangsdokumentation Masterstudiengang Molekulare Biotechnologie

Teil A
TUM School of Life Sciences
Technische Universität München

Allgemeines:

- Organisatorische Zuordnung: TUM School of Life Sciences
- Bezeichnung: Molekulare Biotechnologie
- Abschluss: Master of Science (M.Sc.)
- Regelstudienzeit und Credits: 4 Fachsemester und 120 Credit Points (CP)
- Studienform: Vollzeit
- Zulassung: Eignungsverfahren (EV)
- Starttermin: Wintersemester (WiSe) 2023/2024
- Sprache: Deutsch/Englisch
- Hauptstandort: Weihenstephan (Freising)
- Studiengangverantwortlicher: Prof. Dr. Aurélien Tellier
- Ansprechpersonen bei
Rückfragen zu diesem Dokument: Team Qualitätsmanagement
qm.co@ls.tum.de
- Stand vom: 17.06.2024

Inhaltsverzeichnis

1	Studiengangsziele	4
1.1	Zweck des Studiengangs	4
1.2	Strategische Bedeutung des Studiengangs	5
2	Qualifikationsprofil	6
3	Zielgruppen	7
3.1	Adressatenkreis	7
3.2	Vorkenntnisse	7
3.3	Zielzahlen	8
4	Bedarfsanalyse	9
5	Wettbewerbsanalyse	11
5.1	Externe Wettbewerbsanalyse	11
5.2	Interne Wettbewerbsanalyse	12
6	Aufbau des Studiengangs	13
7	Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten	19
8	Entwicklungen im Studiengang	20

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 zu "überproduzieren"; 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 Knowhow 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). Dieses Arbeitsgebiet erfordert daher den interdisziplinären Einsatz von gentechnischen, proteinchemischen, biophysikalischen und bioinformatischen Methoden. 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. Eines der aktuellen Themen derzeit ist die Entwicklung von Impfstoffen. Mit Hilfe der molekularen Biotechnologie können über die Modifikation von RNA passgenaue Vakzine entworfen und in kürzester Zeit bis zur Marktreife gebracht werden. Aber auch bei der Weiterentwicklung von Pflanzen auf molekularer Ebene wird ein wesentlicher Beitrag bei Anpassungen auf Klimawandel, CO₂-Emissionen oder auch Futtermittelverwertung beigetragen. Dabei kann auch die Verwendung von Ressourcen reduziert und die Effizienz der eingesetzten Ressourcen deutlich verbessert werden. Diese Themen betreffen damit auch die großen Ziele der TUM: „One Health“ und „Sustainability“.

Im Mittelpunkt der "Molekularen" Biotechnologie stehen damit die Biomoleküle selbst. Also insbesondere die oben genannten Makromoleküle – neben den Lipiden und den Stoffwechselzwischen-

produkten (Metaboliten) – sowie die Zellen, welche diese synthetisieren. Zellen, sowohl Mikroorganismen (Bakterien, Pilze) 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/Industrielle Anwendung.

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 den vorhandenen Kernkompetenzen über hervorragende Voraussetzungen, um die Molekulare Biotechnologie als starken interdisziplinären Forschungs- sowie Ausbildungsschwerpunkt weiterzuentwickeln. Für die TUM School of Life-Sciences generiert dieser Studiengang hochspezialisierte Absolventinnen und Absolventen, die beispielsweise in ihren Masterarbeiten molekularbiologische Forschung in den angewandten Bereichen Agrar, Forst und Ernährung leisten. Neben einer über die bestehenden School- und Standortgrenzen hinausgehenden thematischen Bündelung spielt der Studiengang eine wichtige Rolle bei der Vernetzung zum Standort Garching mit der TUM School of Natural Sciences, der TUM School of Engineering und Design und dem Klinikum rechts der Isar mit der TUM School of Medicine and Health sowie dem Helmholtz Zentrum München. Mit dieser breiten Vernetzung trägt der Studiengang klar zu den großen Forschungszielen in „Grundlagen des Lebens“, „Medizin und Gesundheit“ und auch „Nachhaltiger Lebensraum“ bei.

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

2 Qualifikationsprofil

Das nachfolgende Qualifikationsprofil entspricht inhaltlich den Vorgaben des Qualifikationsrahmens für Deutsche Hochschulabschlüsse (Hochschulqualifikationsrahmen - HQR) und den darin enthaltenen Anforderungen (i) Wissen und Verstehen, (ii) Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen, (iii) Kommunikation und Kooperation und (iv) Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität. Die formalen Aspekte gemäß HQR (Zugangsvoraussetzungen, Dauer, Abschlussmöglichkeiten) sind in den Kapiteln 3 und 6 sowie in der entsprechenden Fachprüfungs- und Studienordnung ausgeführt.

Wissen und Verstehen

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 haben vertiefte Kenntnisse in Spezialgebieten wie dem Protein-Engineering, der molekularen Mikrobiologie oder der strukturbasierten Bioinformatik und können diese anwenden, weitergeben und schriftlich niederlegen.

Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen

Sie verfügen damit auch über die Grundlagen, um in einer anschließenden Dissertation die Befähigung zur eigenständigen wissenschaftlichen Arbeit zu erwerben. 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 somit möglich, die Struktur und Eigenschaften eines Proteins zu verstehen, und sie können daraus Ansätze konzipieren, um das Protein funktionell zu verändern oder zusätzliche 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 Absolventinnen und Absolventen in der Lage, aktuelle Themen und Publikationen auf diesem Gebiet zu bewerten und gegebenenfalls auf experimentelle Weise nachzuvollziehen und weiterführende Ansätze zu entwickeln.

Kommunikation und Kooperation

Die Absolventinnen und Absolventen der Molekularen Biotechnologie verfügen über eine hohe Kooperationsbereitschaft, die mittels einer Vielzahl an Gruppenarbeiten, in Praktika, Seminaren und Projektarbeiten trainiert wurden. 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

SNiP-Magazin, iGEM oder dem Biolloquium, besteht die Möglichkeit für die Studierenden, Engagement und Verantwortungsbewusstsein zu beweisen und den Blick für überfachliche Interessensfelder zu schärfen.

Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität

Durch die selbstverantwortliche Organisation und individuell wählbare Zusammenstellung des Studiengangs können die Masterabsolventinnen und 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. Schließlich haben sie die Fähigkeit erworben, ihre erlangten Kenntnisse in Präsentationen und auf Tagungen vorzustellen und in Form von Publikationen der internationalen Fachwelt bekannt zu geben. Von besonderem Vorteil ist die anwendungsbezogene Ausbildung, wodurch sich die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums Molekulare Biotechnologie schnell in komplexe Aufgabenstellungen einarbeiten können.

3 Zielgruppen

3.1 Adressatenkreis

Der Masterstudiengang Molekulare Biotechnologie richtet sich an hervorragende Hochschulabsolventinnen und Hochschulabsolventen in- oder ausländischer wissenschaftlicher Hochschulen mit Bachelor of Science oder gleichwertigem Abschluss in den Studiengängen Molekulare Biotechnologie, Biochemie, Biotechnologie, Biologie oder vergleichbaren Studiengängen. Bachelorstudiengänge der TUM, die einen Wechsel in den Masterstudiengang Molekulare Biotechnologie ermöglichen:

- B.Sc. Biochemie
- B.Sc. Bioinformatik
- B.Sc. Life Sciences Biologie
- B.Sc. Chemische Biotechnologie
- B.Sc. Life Sciences Ernährungswissenschaft
- B.Sc. Pharmazeutische Bioprozesstechnik

3.2 Vorkenntnisse

Die Studienbewerberinnen und 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 Bewerberinnen und 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 bzw. der Bewerberin mit dem Studiengang, aber auch der Prüfungskommission mit dem Bewerber bzw. der Bewerberin, wird vorab sichergestellt, dass die Erwartungen und Anforderungen von beiden Seiten in etwa deckungsgleich sind und die Bewerberinnen und Bewerber auch die richtige Vorstellung für den Studiengang haben. Zu Beginn der Bewerbung geben die Bewerberinnen und 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. Je nach vorliegendem Punktestand aus der Curricular-Analyse erfolgt eine Direktzulassung, eine Einladung zum Eignungsgespräch oder eine sofortige Ablehnung. Nähere Informationen zum Eignungsverfahren finden sich in der jeweils aktuellen Fachprüfungsordnung auf der Homepage des Studiengangs.

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 erscheint eine Kohortengröße (WiSe+SoSe) von 70 Studierenden als Zielgröße angemessen, da hiermit eine optimale Betreuung seitens der Dozentinnen und Dozenten bei Lehrveranstaltungen aller Art und auch bei der Vergabe von Masterabschlussarbeiten erreicht werden kann. Die Entwicklung der Bewerbungen, Zulassungen und Immatrikulationen im Masterstudiengang Molekulare Biotechnologie ist Abbildung 1 zu entnehmen.

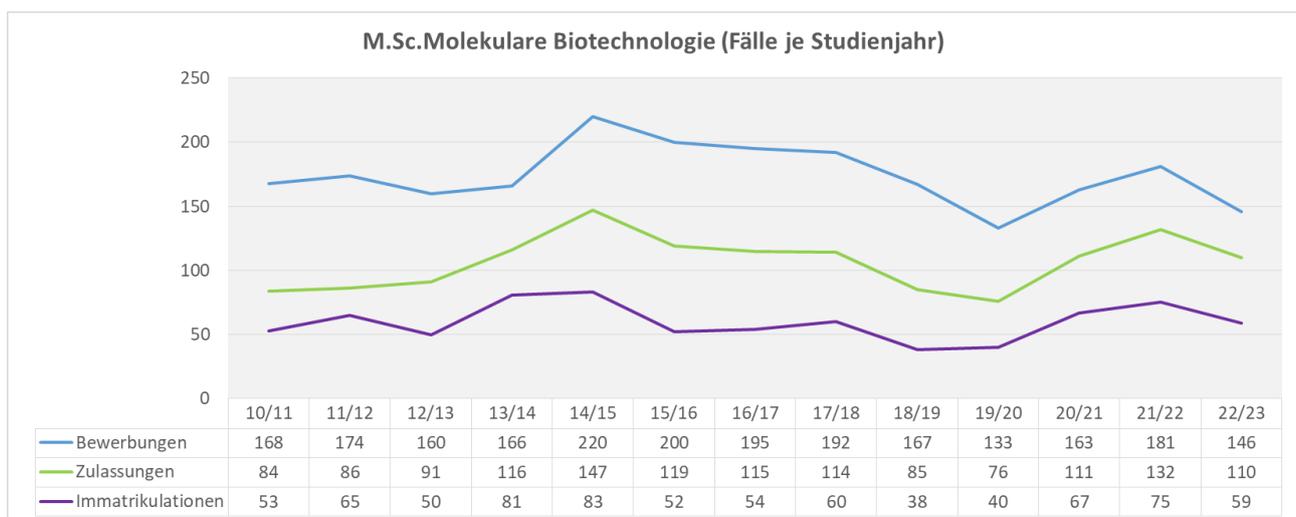


Abbildung 1: Bewerbungen, Zulassungen und Immatrikulationen im Masterstudiengang Molekulare Biotechnologie bezogen auf die Wintersemester seit 2010/2011

Die an der TUM School of Life Sciences 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 90 pro Studienjahr liegen.

Tabelle 1: Studierende Masterstudiengang Molekulare Bioprozesstechnik nach Geschlecht und Herkunft im Wintersemester 2022/2023 (Quelle: TUM Kennzahlensystem)

Studierende insgesamt	davon männlich	weiblich	Deutsche	Ausländer	Bildungs-inländer	Bildungs-ausländer
221	86	135	162	59	6	53

4 Bedarfsanalyse

Nach erfolgreichem Abschluss des forschungsorientierten Masterstudiums Molekulare Biotechnologie ist es den Absolventinnen und 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 Absolventinnen und Absolventen eine anschließende Promotion oder eine Forschungstätigkeit in der Industrie an.

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 wird den zukünftigen Absolventinnen und Absolventen weiterhin sehr gute Chancen auf dem Arbeitsmarkt eingeräumt (siehe Abbildung 2 und [biotechnologie.de](https://www.biotechnologie.de) - digitaler Mediendienst sowie [Fachzeitschrift "transkript" - Wirtschaft.Technologie.Leben](https://www.transkript.de)).

Nach diesen Angaben generieren die etwa 736 Biotechnologie-Firmen in Deutschland einen jährlichen Umsatz von etwa 6,71 Milliarden Euro und wenden etwa 2,14 Milliarden Euro jährlich für die Forschung und Entwicklung auf; diese Zahlen verzeichnen über die vergangenen Jahre einen deutlichen Aufwärtstrend. Die Anzahl an Mitarbeitern in deutschen Biotech-Unternehmen stieg im Vergleich von 2006 zu 2018 von 23.829 auf rund 50.000. Eine Änderung dieser Entwicklung ist derzeit nicht in Sicht. Es kann also davon ausgegangen werden, dass sich der Arbeitsmarkt für Absolventinnen und 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)

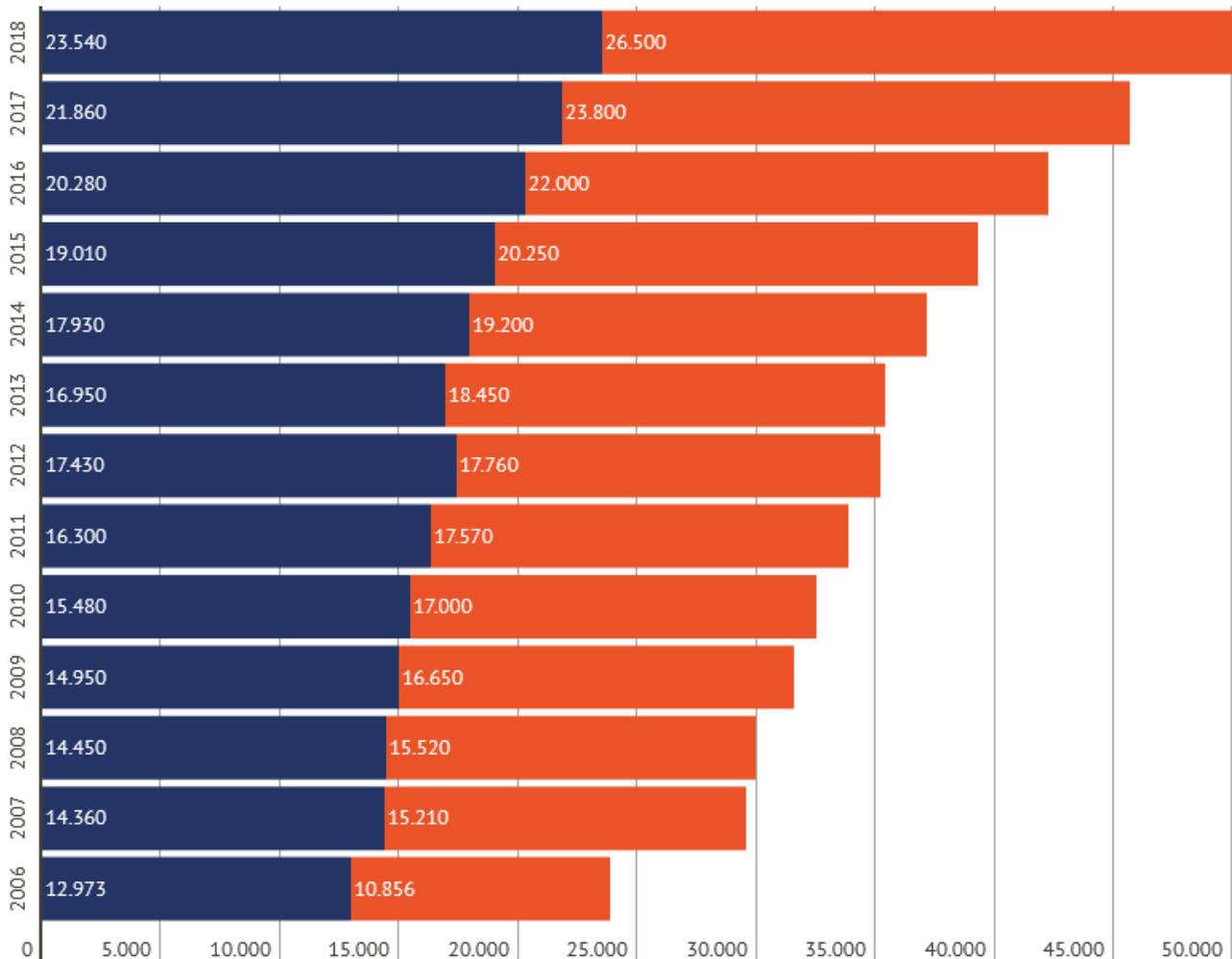


Abbildung 2: Anzahl der Mitarbeiter in der Biotechbranche (Quelle: biotechnologie.de - digitaler Mediendienst)

5 Wettbewerbsanalyse

5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Einen Master-Studiengang im Bereich der Molekularen Biotechnologie bieten mittlerweile einige Einrichtungen an. Der bedeutendste Mitbewerber ist die Universität Heidelberg mit dem Masterstudiengang Molekulare Biotechnologie. Besonders attraktiv erscheint die medizinische Spitzenforschung am dortigen Campus. Jedoch sind die Schwerpunkte in diesem Studiengang mit Wirkstoffforschung, Biophysikalischer Chemie und Bioinformatik begrenzt. Der Masterstudiengang Molekulare Biotechnologie der Technischen Universität München bietet hier ein breiteres thematisches Spektrum an, das insbesondere anhand der fünf Themenschwerpunkte (Biomoleküle, Zellen, Organismen, Medizin, Technik und Industrielle Anwendung), die mit den Kernbereichen abgedeckt werden, ersichtlich wird. Der Vertiefungsbereich ermöglicht darüber hinaus weiteren fachlichen Spielraum.

Im Feld der Studiengänge mit ähnlicher fachlicher Ausrichtung, aber anderer Benennung des Studiengangs, gibt es einen deutlichen Anstieg von 5 (2012) auf 26 (2022). Dies verdeutlicht die Attraktivität des Forschungsgebiets, was zukünftig eine verstärkte Beobachtung der Mitbewerber verlangt. Deutschlandweit gibt es sieben weitere Masterstudiengänge an Universitäten und Hochschulen mit Promotionsrecht im Studienfach Molekulare Biotechnologie:

- Molekulare und angewandte Biotechnologie – RWTH Aachen
- Molekulare Biotechnologie – Universität Bielefeld
- Biotechnologie – TU Braunschweig
- Biomolecular Engineering / Molekulare Biotechnologie – TU Darmstadt
- Molekulare Biowissenschaften – Johann Wolfgang von Goethe-Universität Frankfurt/M.
- Molekulare Biotechnologie – Universität Heidelberg
- Chemische Biologie – Friedrich-Schiller-Universität Jena

Erfreulich ist, dass sich die Bewerberzahlen im Master Molekulare Biotechnologie der TUM School of Life Sciences in den letzten Jahren auf konstant hohem Niveau bewegen (mind. 130); ein Indiz für die langjährige große Attraktivität des TUM-Studiengangs.

Folgenden Universitäten bieten Masterstudiengänge mit fachlich ähnlicher Ausrichtung an:

- Molecular Biology and Biotechnology - RW-Universität Bonn
- Chemische Biologie - TU Dortmund
- Molecular Bioengineering - TU Dresden
- Pflanzenbiotechnologie - Leibniz Universität Hannover
- Molekulare Biotechnologie - Uni Heidelberg
- Miniaturisierte Biotechnologie - TU Ilmenau
- Molekulare Biotechnologie - Johannes Gutenberg Universität
- Biotechnologie - Uni Münster
- Medizinische Biotechnologie - Universität Rostock
- Mikrobiologie und Biochemie - Universität Rostock
- Biochemistry - EK Universität Tübingen

Die oben genannten Studiengänge weisen zwar eine ähnliche Ausrichtung auf wie der Masterstudiengang Molekulare Biotechnologie an der TUM, jedoch werden in keinem dieser Studiengänge fünf Schwerpunkte - Medizin, Organismen, Zellen, Biomoleküle, Technik und Industrielle Anwendung – zur Auswahl angeboten. In der Regel erfolgt hier eine Fokussierung auf ein bis zwei Bereiche, was teilweise bereits aus dem Titel des Studiengangs ersichtlich wird.

Auch im Bereich der fachlich stärker ingenieurwissenschaftlich ausgerichteten Studiengänge ist eine Zunahme des Studienangebots für Masterstudiengänge zu beobachten:

- Biotechnologie und chemische Verfahrenstechnik - Universität Bayreuth
- Biotechnologie - TU Berlin
- Industrielle Biotechnologie - Hochschule Biberach
- Life Science Engineering - FAU Nürnberg
- Chemical and Bioprocess Engineering - TU Hamburg
- Miniaturisierte Biotechnologie - TU Ilmenau
- Biotechnologie - Uni des Saarlandes, Saarbrücken
- Pharmazeutische Biotechnologie - Universität Ulm

Bei den hier genannten Studiengängen fehlt die Breite des Modulangebots, wie es im Masterstudiengang Molekulare Biotechnologie vorzufinden ist. Bei den hier genannten Studiengängen steht eine starke technische und auch ingenieurwissenschaftliche Ausrichtung im Vordergrund und bewirkt dadurch eine sehr enge Spezialisierung auf diesen Bereich. Im Vergleich dazu ermöglicht der Masterstudiengang Molekulare Biotechnologie der TUM ein breiteres Spektrum an Beschäftigungsmöglichkeiten nach dem erfolgreichen Abschluss des Studiums.

Die kontinuierliche Überarbeitung des Masterstudiengangs Molekulare Biotechnologie an der TUM zum WiSe12/13, WiSe18/19 und nun auch WiSe22/23 (siehe Kapitel 6: Aufbau des Studiengangs) trägt dazu bei, ein für Bewerberinnen und Bewerber konstant attraktives und auf aktuelle Themen fokussiertes Studium anzubieten. Die insgesamt fünf Schwerpunkte – Biomoleküle, Zellen, Medizin, Technik und Industrielle Anwendung und Organismen – ermöglichen es, im Vergleich mit den zuvor genannten Universitäten ein besonders breites inhaltliches Spektrum abzudecken. Für die Bewerberinnen und Bewerber ist sicherlich auch interessant, dass, neben der hervorragenden Platzierungen der TUM in internationalen und nationalen Rankings, auch eine umfangreiche Wahlmöglichkeit gegeben ist. Die Studierenden haben nur an sehr wenigen anderen Universitäten in diesem Studienfach so viele Wahl-Credits, wie an der TUM. Dadurch ergeben sich individuelle Profile und doch, aufgrund der Kernmodule, eine klare Aussage bezüglich der Expertise der Absolventinnen und Absolventen.

5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

In den vergangenen Jahren wurden an der Technischen Universität München mehrere 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 Anwen-

derung. 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 an der TUM School of Life Science 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- Absolventinnen und - Absolventen an der School of Life Science 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 Bioprozesstechnik</i>	Sterilprozesstechnik, pharmazeutische Anwendungen
<i>Biomassetechnologie</i>	Biomasseproduktion, -nutzung und -verwertung

6 Aufbau des Studiengangs

Insgesamt umfasst der Masterstudiengang vier 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/Industrielle Anwendung. Grundlage für ein solch fachliches Profil bildet der Wahlbereich aus Modulen, die in dem entsprechenden „Kernbereich“ enthalten sind (siehe Tabelle 3). Hierbei müssen 40 Credits unter Abdeckung aller fünf thematischen Säulen gewählt werden. Mit diesem Kanon wird ein fundiertes Wissen in allen fünf Bereichen sichergestellt. Darauf aufbauend erweitern bzw. vertiefen die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs Molekulare Biotechnologie ihre Kenntnisse gemäß den individuellen Interessen im Wahlbereich „Vertiefungsbereich“ in vergleichbarem Umfang. In diesem Wahlbereich „Vertiefungsbereich“ müssen mindestens 45 Credits (abhängig von der Zusammenstellung der Module) aus theoretischen und praktischen Lehrveranstaltungen erbracht werden; dabei lässt die Wahl aus derzeitig etwa 42 Modulen im Vertiefungsbereich einen hohen Grad an Individualisierung und Schwerpunktsetzung des Studienplans zu.

Da das Arbeitsfeld der Molekularen Biotechnologie stark forschungsorientiert ist, kann ein großer Anteil der Credits in jedem Vertiefungsbereich aus dem forschungspraktischen Bereich gewählt werden (max. 10 Credits). Dadurch können die Studierenden verschiedene experimentelle Techniken (z.B. Genmodifikationen, Spektroskopie, Zellkulturtechnik) wie auch konzeptionelle Herangehensweisen (z.B. Handhabung großer Datenmengen, Einsatz komplexer instrumenteller Methoden, Versuchsplanung) erlernen und im theoretischen Vertiefungsbereich untermauern, so dass sie für den späteren Forschungsalltag in der Promotion oder Industrie optimal qualifiziert sind.

Darüber hinaus haben die Studierenden im Wahlbereich "Überfachliche Qualifikation" 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 5 Credits aus einem breiten Spektrum (über 90 Module) an Wahlmodulen einbringen. Dadurch wird das Profil der Absolventinnen und Absolventen abgerundet, und diese werden in die Lage versetzt, das eigene Handeln im Kontext mit anderen Forschungsdisziplinen sowie aktuellen gesellschaftlichen Fragestellungen zu betrachten und zu hinterfragen.

Im 4. Semester schließt sich die Masterthesis mit 30 Credits an. Ein wichtiger Bestandteil hiervon ist die wissenschaftliche Projektplanung im Vorfeld der Durchführung. Dabei wird der Projektplan sowie der wissenschaftliche Hintergrund der Master-Arbeit von den Studierenden selbstständig erarbeitet, vor zwei Hochschullehrkräften präsentiert und diskutiert. Es dient somit 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 die Studierenden das Fachgebiet der Molekularen Biotechnologie im Zusammenhang überblicken.

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 sind zur Veranschaulichung von typischen Studienverläufen drei schematische Studienpläne erstellt worden (Tabelle 3). Die Studierenden haben durch die flexible Gestaltung ihres Studienplans darüber hinaus grundsätzlich die Möglichkeit, in einem beliebigen der vier Mastersemester ein Auslandssemester zu absolvieren. 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 interessengetriebenen 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 Studienganges gegeben mit einer angenäherten Drittelung der Credit-Vorgaben zwischen dem strukturierten Wahlbereich (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	Bio- moleküle	Zellen	Organismen	Medizin	Technik/Industri- elle Anwendung
Kernbereich*	40	Proteomics	Mikrobielle Pathologie	Biotechnologie der Pflanzen	Molekulare Onkologie	Bioinformatik / Genomik
Aus jedem Themenbereich mind. 5 Credits		Protein-Engineering	In vitro-Modelle d. Zellbiologie	Biotechnologie der Tiere	Nutrition a. Microbe-Host Interaction	Biopharmazeutische Verfahrenstechnik
		Analysis of High-Throughput datasets for biologists	Molekulare und medizinische Virologie	Plant Epigenetics	Pharmazeutisches Modul (noch nicht definiert)	Industrielle Bioprozesse
Wahlmodule 50 Credits	Vertiefungs- bereich°	mind. 45	2 Vertiefungsbereiche (Biomoleküle, Zellen, Organismen, Medizin, Technik /Industrielle Anwendung) mit jeweils mind. 15 Credits. Je Vertiefungsbereich jeweils maximal 10 Credits praxisorientierte Module.			
	Überfachliche Qualifikationen (optional)	max. 5				
Master's Thesis	30					
Gesamt	120					

* Auswahl von insg. 8 aus 15 Modulen unter Abdeckung aller 5 thematischen Säulen

° Auswahl derzeit aus mind. 42 Modulen, jedoch ist es auch möglich, weitere Module aus dem Angebot der TUM oder aus Auslandsaufenthalten auf Antrag einzubringen.

Abbildung 3: Exemplarisches und überschneidungsfreies Curriculum des M.Sc. Molekulare Biotechnologie
 Variante 1 mit den Vertiefungsbereichen Biomoleküle und Organismen (Mobilitätsfenster exemplarisch)

Semester	Module							Prüfungen/ Credits
1.	WZ2582 In vitro-Modelle der Zellbiologie (Kernbereich) K + PRÄ (SL) 5 CP	WZ2589 Biotechnologie der Tiere 1 + 2 (Kernbereich) (2 CP)	WZ1335 Chemical Biology (Kernbereich) K 5 CP	CLA30230 Ethik und Verantwortung (Überfachliche Qualifikationen) M (SL) 3 CP	WZ0402 Strukturbiostatistik (Vertiefung Biomoleküle) K 5 CP	WZ1575 Research Project Chemical Genetics (Vertiefung Organismen) LL 10 CP		6 30
2.	LS20040 Biopharmazeutische Verfahrenstechnik (Kernbereich) (2 CP)		WZ2581 Pflanzenbiotechnologie (Kernbereich) K 5 CP	WZ2580 Protein-Engineering (Kernbereich) K 5 CP	WZ3207 Nutrition and Microbe-Host Interactions (Kernbereich) K 5 CP	WZ1085 Labortierwissenschaft (Vertiefung Organismen) K 5 CP	CS0076 Enzym Engineering (Vertiefung Biomoleküle) ÜL 5 CP	6 30
3.		WZ2372 Mikroorganismen als Krankheitserreger (Kernbereich) K 5 CP	WZ2381 Pflanzensystembiologie (Vertiefung Organismen) K 5 CP	WZ2172 Forschungspraktikum Funktionelle Proteomanalyse (Vertiefung Biomoleküle) LL 10 CP	WZ2026 Einführung in das Arbeiten unter GLP (Überfachliche Qualifikationen) B 2 CP	WZ1696 Crop Genomics (Vertiefung Organismen) K 5 CP		6 30
4.	WZ5907 Master's Thesis inkl. Wissenschaftliche Projektplanung 30 CP							30
Legende	Hellblau = Kernmodul (Wahl) Grau = Vertiefungsmodul (Wahl) Orange = Überfachliche Qualifikationen (Wahl) Dunkelblau = Pflichtmodul Master's Thesis				CP = Credit Points K = Klausur; M = mündliche Prüfung LL = Laborleistung; B = Bericht SL = Studienleistung			

Abbildung 4: Exemplarisches und überschneidungsfreies Curriculum des M.Sc. Molekulare Biotechnologie Variante 2 mit den Vertiefungsbereichen Zellen und Medizin (Mobilitätsfenster exemplarisch)

Semester	Module						Prüfungen/ Credits
1.	LS20040 Biopharmazeutische Verfahrenstechnik (Kernbereich) (2 CP)	WZ2589 Biotechnologie der Tiere 1 + 2 (Kernbereich) (3 CP)	WZ2439 Proteomics: Analytische Grundlagen und Biomedizinische Anwendungen (Kernbereich) K + PRÄ 5 CP	ME2648 Molekulare Onkologie (Kernbereich) K + W (SL) 5 CP	WZ2402 Mikrobielle Toxine in der Nahrung (Vertiefung Zellen) K 5 CP	WZ2477 Forschungspraktikum Molekulare Virologie (Vertiefung Medizin) LL 10 CP	6 30
2.	Mobilitätsfenster						
	K (3 CP) 5 CP	K (2 CP) 5 CP	K 5 CP	K 5 CP	ME2413 Pharmakologie und Toxikologie für Studierende der Biowissenschaften (Vertiefung Medizin) K 5 CP	WZ0513 Forschungspraktikum Zellbiologie (Vertiefung Zellen) LL 10 CP	6 30
3.	WZ2372 Mikroorganismen als Krankheitserreger (Kernbereich) K 5 CP	WZ2582 In vitro-Modelle der Zellbiologie (Kernbereich) K + PRÄ (SL) 5 CP	LS20007 Introduction to Computational Neuroscience (Vertiefung Medizin) PRÄ 5 CP	ME2649 Molekulare Onkologie II (Vertiefung Medizin) ÜL 5 CP	WZ2629 Research Project Chemical Genetics LL 10 CP		6 30
4.	WZ5907 Master's Thesis inkl. Wissenschaftliche Projektplanung 30 CP						30
Legende	Hellblau = Kernmodul (Wahl) Grau = Vertiefungsmodul (Wahl) Dunkelblau = Pflichtmodul Master's Thesis				CP = Credit Points K = Klausur; M = mündliche Prüfung W = wissenschaftliche Ausarbeitung LL = Laborleistung; PRÄ = Präsentation; ÜL = Übungsleistung		

Abbildung 5: Exemplarisches und überschneidungsfreies Curriculum des M.Sc. Molekulare Biotechnologie Variante 3 mit den Vertiefungsbereichen Technik/Industrielle Anwendung und Zellen (Mobilitätsfenster exemplarisch)

Semester	Module						Prüfungen/ Credits
1.	LS20040 Biopharmazeutische Verfahrenstechnik (Kernbereich) (2 CP)	WZ2589 Biotechnologie der Tiere 1 + 2 (Kernbereich) (3 CP)	WZ2439 Proteomics: Analytische Grundlagen und Biomedizinische Anwendungen (Kernbereich) K + PRÄ 5 CP	ME2648 Molekulare Onkologie (Kernbereich) K + W (SL) 5 CP	WZ2402 Mikrobielle Toxine in der Nahrung (Vertiefung Zellen) K 5 CP	LS20005 Models in Computational Neuroscience LL 10 CP	6 30
2.	Mobilitätsfenster						
	K (3 CP) 5 CP	K (2 CP) 5 CP	MW1386 Industrielle Bioprozesse (Kernbereich) K 5 CP	WZ3207 Nutrition and Microbe-Host Interactions (Kernbereich) K 5 CP	WZ0513 Forschungspraktikum Zellbiologie (Vertiefung Zellen) LL 10 CP	WZ3220 Molecular Sensory Science (Überfachliche Qualifikationen) K 5 CP	6 30
3.	WZ2372 Mikroorganismen als Krankheitserreger (Kernbereich) K 5 CP	WZ2582 In vitro-Modelle der Zellbiologie (Kernbereich) K + PRÄ (SL) 5 CP	WZ2619 Forschungspraktikum: in silico Evolutionsgenetik von Pflanzen und Pathogenen (Vertiefung Technik / Industrielle Anwendung) B 10 CP	CIT5130001 Applied Statistics and Data Analysis (Vertiefung Technik / Industrielle Anwendung) K 5 CP	WZ8119 Systems BioMedicine (Vertiefung Technik / Industrielle Anwendung) PT 5 CP		6 30
4.	WZ5907 Master's Thesis inkl. Wissenschaftliche Projektplanung 30 CP						30
Legende	Hellblau = Kernmodul (Wahl) Grau = Vertiefungsmodul (Wahl) Orange = Überfachliche Qualifikationen (Wahl) Dunkelblau = Pflichtmodul Master's Thesis				CP = Credit Points K = Klausur; M = mündliche Prüfung W = wissenschaftliche Ausarbeitung LL = Laborleistung; B = Bericht; PT = Projektarbeit		

7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Der Masterstudiengang Biologie wird von der TUM School of Life Sciences angeboten.

Für administrative Aspekte der Studienorganisation sind teils die zentralen Arbeitsbereiche des TUM Center for Study and Teaching (TUM CST), teils Einrichtungen der TUM School of Life Sciences am Campus Office Weihenstephan zuständig:

- Allgemeine Studienberatung: Studienberatung und -information (TUM CST)
(über Hotline/Service Desk)
studium@tum.de
+49 (0)89 289 22245
- Fachstudienberatung: dezentral: Team Studienberatung
Dr. Michael Scharmann, Tel: +49 (0)8161 71 3804
[Kontaktformular](#) Campus Office Weihenstephan
- Studienbüro, Infopoint: [Kontaktformular](#) Campus Office Weihenstephan
- Beratung Auslandsaufenthalt/
Internationalisierung: zentral: TUM Global & Alumni Office
internationalcenter@tum.de
dezentral: Team Studienberatung
[Kontaktformular](#) Campus Office Weihenstephan
- Frauenbeauftragte: Prof. Aphrodite Kapurniotu
akapurniotu@mytum.de
- Beratung barrierefreies Studium: zentral: Servicestelle für behinderte und
chronisch kranke Studierende und
Studieninteressierte (TUM CST)
handicap@zv.tum.de
+49 (0)89 289 22737
- Bewerbung und Immatrikulation: zentral: Bewerbung und Immatrikulation (TUM CST)
studium@tum.de
+49 (0)89 289 22245
Bewerbung, Immatrikulation, Student Card,
Beurlaubung, Rückmeldung, Exmatrikulation
- Eignungsverfahren: zentral: Bewerbung und Immatrikulation (TUM CST)
dezentral: Team Studienberatung
Dr. Sabine Köhler, Tel: +49 (0)8161 71 3336
[Kontaktformular](#) Campus Office Weihenstephan
- Beiträge und Stipendien: zentral: Beiträge und Stipendien (TUM CST)
beitragsmanagement@zv.tum.de

