

# Studiengangsdokumentation

Masterstudiengang *Chemical Biotechnology*

TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit,  
Technische Universität München

Bezeichnung	<b>Chemical Biotechnology</b>
Organisatorische Zuordnung	<b>TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit</b>
Abschluss	<b>Master of Science (M.Sc.)</b>
Regelstudienzeit & Credits	<b>4 Semester 120 Credits</b>
Studienform	Vollzeit
Zulassung	<b>Eignungsverfahren (EV)</b>
Starttermin	<b>SS 2020</b>
Sprache	Englisch /Deutsch
Studiengangsverantwortliche/r	<b>Prof. Dr. Volker Sieber</b>
Ggf. ergänzende Angaben für besondere Studiengänge	Teile des Studiengangs werden gemeinsam mit den weiteren Biotechnologie-Masterstudiengängen der TUM angeboten
Ansprechperson bei Rückfragen	<b>Prof. Dr. Volker Sieber</b> <b>Lehrstuhl für Chemie biogener Rohstoffe</b> <b>Telefon +49.9421.187.300</b> <b>E-Mail: <a href="mailto:sieber@tum.de">sieber@tum.de</a></b>
Version/Stand, vom	28.02.2019
Der Studiendekan	

Prof. Dr. Cordt Zollfrank

## Inhaltsverzeichnis

1. Studiengangsziele.....	3
1.1 Zweck des Studiengangs.....	3
1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs .....	4
2. Qualifikationsprofil.....	6
3. Zielgruppen.....	8
3.1 Adressatenkreis.....	8
3.2 Vorkenntnisse der Studienbewerberinnen und Studienbewerber.....	8
3.3 Zielzahlen.....	9
4. Bedarfsanalyse .....	10
5. Wettbewerbsanalyse.....	11
5.1 Externe Wettbewerbsanalyse .....	11
5.2 Interne Wettbewerbsanalyse .....	13
6. Aufbau des Studiengangs .....	14
6.1 Modul- und Lehrkonzept.....	14
6.2 Studierbarkeit und Mobilität innerhalb der TUM .....	18
6.3 Prüfungskonzept .....	20
6.4 Mobilität über die TUM hinaus .....	21
7. Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten .....	22
7.1. Organisatorische Anbindung.....	22
7.2. Zuständigkeiten .....	22

# 1. Studiengangsziele

## 1.1 Zweck des Studiengangs

Eine der Schlüsseltechnologien um industrielle Prozesse kostengünstiger und ökologischer zu gestalten und nachwachsende Rohstoffe für die industrielle Nutzung zu erschließen, ist die industrielle Biotechnologie, treffender als chemische Biotechnologie bezeichnet. Sie verwendet biochemische, chemische, mikro- und molekularbiologische sowie verfahrenstechnische Methoden um unterstützt durch bioinformatische Werkzeuge organische Grund- und Feinchemikalien mithilfe optimierter Enzyme, Zellen oder Mikroorganismen herzustellen. Durch den Ersatz von konventionellen industriellen Produktionsverfahren durch biotechnologische Prozesse können sowohl Energiebedarf als auch Rohstoffeinsatz minimiert sowie die Anzahl der Prozessstufen reduziert werden. Neben der Senkung der Produktionskosten können so durch Substitution von Prozessen, die auf fossilen Rohstoffen basieren, insbesondere auch ökologische Vorteile geschaffen werden.

Um den transformatorischen Prozess weg von fossilen Rohstoffen und energieintensiven chemischen Prozessen und Produkten, die oft nicht mit einer Kreislaufwirtschaft kompatibel sind, hin zu Konversionsverfahren zu ermöglichen, die den Prinzipien einer nachhaltigen Chemie entsprechen, gelten moderne kombinierte Methoden aus chemischen und biotechnologischen Verfahren als Schlüsseltechnologien. Die Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs chemische Biotechnologie nehmen für Konzepte der Bioökonomie und für die Rohstoffwende eine wichtige bahnbrechende Brückenfunktion sein. Sie sind als Game Changer in den Welten Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik, zuhause und das erlaubt ihnen eine einzigartige neue Sicht auf bestehende Prozesse und notwendige Verfahren, die durch nachhaltige Ansätze in diversen Forschungsfeldern gelöst werden müssen. Dabei sollen die Absolventen absolute Spezialisten in der Kombination aus diesen Disziplinen sein: Die Ausbildung soll ein tiefes Verständnis für die Chemie und die biotechnologischen Prozesse liefern und die Identifikation prospektiver Verfahrens-Alternativen, deren Weiterentwicklung sowie deren Einstufung hinsichtlich der Machbarkeit und Optimierungsfähigkeit ermöglichen. Chemische Biotechnologinnen und Biotechnologen können an allen Punkten entlang der Wertschöpfungsketten nachhaltiger Chemie mit ihren zyklischen Materialflüssen eingesetzt werden, von der Rohstoffherzeugung bzw. -beschaffung über die Aufarbeitung, Konversion und Reinigung hin zur Produktentwicklung und den End-of-Life-Technologien (z.B. Betrachtung der Abbaubarkeit von Produkten).

## 1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

Als Integrative Research Center der Technischen Universität München steht der TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit für die fächerübergreifende Forschung und Lehre zur Realisierung eines nachhaltigen Rohstoff- und Energiewandels in allen Lebensbereichen. Die Übernutzung und starke Ausbeutung fossiler und natürlicher Ressourcen, die damit verbundene Freisetzung von klimaschädlichen Gasen mit den Folgen der Erderwärmung, die Verknappung an Schlüsselrohstoffen sowie steigende Abfallmengen sind entscheidende Argumente für einen umfassenden Wandel hin zur nachhaltigen Nutzung biogener Rohstoffe. Die Nutzung nachwachsender Rohstoffe in der chemischen, werkstofflichen sowie der energetischen Verwertung trägt umfassend und vielfältig zu einer nachhaltigen Rohstoff- und Energiebereitstellung bei.

Zentrale Forschungs- und Lehrgebiete hierbei sind die Bioökonomie, die Kreislaufwirtschaft, die Etablierung neuer und innovativer Hochleistungstechnologien zur stofflichen und energetischen Nutzung biogener und anderer regenerativ gewonnener Rohstoffe sowie deren betriebs- und volkswirtschaftliche Bewertung. Zudem unterstützen wir Innovationen in der Bioökonomie, indem Geschäftsmodelle sowie neuartige Produkte und Technologien entwickelt und bis zur Marktreife gebracht werden mit dem zentralen Ziel einer nachhaltigen Wirtschaftsweise.

Damit der Rohstoff- und Energiewandel zukunftsweisend und nachhaltig gelingen kann, werden sowohl fachspezifische Experten als auch multidisziplinär (breit) ausgebildete Fach- und Führungskräfte benötigt. Die fachspezifischen Studiengänge dienen der Ausbildung spezialisierter Spitzenkräfte, während die Ausbildung in die Breite mit individuell gesetzten Schwerpunkten der Forderung nach Interdisziplinarität in den komplexen Themenfeldern der Biologisierung und Bioökonomie Rechnung trägt.

Diesem Leitbild folgend werden derzeit folgende Studiengänge angeboten:

- B.Sc. Bioökonomie
- B.Sc. Chemische Biotechnologie
- B.Sc. Nachwachsende Rohstoffe
- B.Sc. TUM-BWL mit Schwerpunkt Nachwachsende Rohstoffe
- M.Sc. Nachwachsende Rohstoffe
- M.Sc. Biomassetechnologie

Weitere Bachelor- und Masterstudiengänge im Bereich der Materialwissenschaften und der Energietechnik nachwachsender Rohstoffe sowie ein Masterstudiengang im Bereich der Bioökonomie sind in Planung.

Die zukünftig noch stärkere interdisziplinäre und internationale Forschung und Zusammenarbeit in Bezug auf erneuerbare Rohstoffe zwischen den verschiedenen Fachbereichen ist ein einzigartiges Charakteristikum des TUM Campus Straubing. Dadurch ist es im Bereich der Biotechnologie möglich, alle Schritte bei der Etablierung eines biotechnologischen Prozesses, wie beispielsweise den Aufschluss und die Konversion der Biomasse, aber auch die Formulierung und Markteinführung des biobasierten Produktes sowie die Kostenüberwachung und Optimierung des biotechnologischen Prozesses an einem Ort zu erlernen.

Nachhaltigkeit und die Nutzung nachwachsender Rohstoffe sind Antriebsfaktoren für die Entwicklung der chemischen Biotechnologie und der bereits bestehende Bachelorstudiengang Chemische Biotechnologie deckt hierbei das theoretische und praktische Erlernen aller in der Biotechnologie notwendigen Grundlagen ab. Nun soll durch den geplanten konsekutiven Masterstudiengang Chemical Biotechnology das in der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen erworbene Wissen weiter ausgebaut und vertieft werden.

Zusätzlich zum vorhandenen Wissenschafts- und Lehrangebot am TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit besteht auch räumliche Nähe zu einem förderlichen industriellen Umfeld, zum einen durch die BioCampus Straubing GmbH mit dem zugehörigen Unternehmerzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (BioCubator) und der zu errichtenden Mehrzweckdemonstrationsanlage, aber auch mit Clariant und der Wacker Chemie AG in Burghausen als größtem Chemiestandort Bayerns („Bayerisches Chemiedreieck“).

Gleichzeitig liegt Straubing inmitten des landwirtschaftlich intensiv genutzten Gäubodens sowie in Nähe zum Bayerischen Wald und ist damit das Zentrum einer Region der nachwachsenden Rohstoffe. Das heißt die Kompetenzen zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe werden dort erworben, wo die (Wieder-)Verwertung von Biomasse im großen Umfang möglich ist.

Weiterhin ergibt sich durch den geplanten Studiengang nicht nur eine sehr gute Vernetzung mit dem bestehenden Angebot in Straubing, sondern auch mit dem Biotechnologie-Bereich in Garching und Freising, da der Studiengang so gestaltet ist, dass es je nach gewünschter Ausrichtung des Masters möglich ist, Lehrveranstaltungen bis hin zu einem Semester in Garching (Industrielle Biotechnologie) oder in Freising (Molekulare Biotechnologie/ Pharmazeutische Bioprozesstechnik) zu belegen bzw. verbringen. Darüber hinaus ist ein standortübergreifender Austausch bzw. eine Zusammenarbeit über

ein gemeinsam angebotenes Seminar, welches aktuelle biotechnologische Forschungsthemen von allen drei Standorten beinhaltet, möglich.

## 2. Qualifikationsprofil

Das Qualifikationsprofil entspricht den Anforderungen des Qualifikationsrahmens für Deutsche Hochschulabschlüsse (Hochschulqualifikationsrahmens-HQR) gemäß Beschluss vom 16.02.2017 der Hochschulrektorenkonferenz und Kultusministerkonferenz. Gemäß dem HQR kann das Qualifikationsprofil für den Masterstudiengang „Chemical Biotechnology“ anhand der Anforderungen (i) Wissen und Verstehen, (ii) Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen und (iii) Kommunikation und Kooperation und (iv) Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität definiert werden. Die formalen Aspekte gemäß HQR (Zugangsvoraussetzungen, Dauer, Abschlussmöglichkeiten) sind in den Kapiteln 3 und 6 sowie in den entsprechenden Fachprüfungs- und Studienordnungen ausgeführt.

### Zu (i) Wissen und Verstehen:

Absolventinnen und Absolventen des geplanten Masterstudiengangs „Chemical Biotechnology“ besitzen ein grundlegendes Fach- und Methodenwissen und Verständnis für den Bereich der chemischen Biotechnologie. Sie sind entlang der gesamten Kette der Prozessentwicklung beispielsweise in der Lage, biotechnologische Methoden anzuwenden, isolierte Enzyme sowie ganze Mikroorganismen zu erproben bzw. zu modifizieren, an der Entwicklung von Biokatalysatoren mitzuwirken und biotechnologische Apparaturen und Anlagen zu planen.

Darüber hinaus haben die Studierenden aber ihr Grundlagenwissen im Bereich der chemischen Biotechnologie im Vergleich zu ihrem Wissensstand beim Bachelor deutlich vertieft und erweitert. So können sie zusätzlich zu den Methodenkompetenzen und Fachkenntnissen im Bereich Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik den Bereich der Elektrobiotechnologie kennenlernen und sich auch im Bereich der Materialwissenschaften Wissen aneignen. Die in den Modulen behandelten aktuellen Ansätze können unter Zuhilfenahme aktueller Fachliteratur direkt methodisch angewendet werden. So sind die Studierenden beispielsweise fähig, bestehende Fermentationsverfahren aufgrund aktueller Literaturdaten weiter zu optimieren.

Außerdem haben die Studierenden eine ganzheitliche Problemlösungskompetenz erworben, um beispielsweise Syntheseprobleme unter ausgewogener Berücksichtigung technischer, ökonomischer, ökologischer, gesellschaftlicher und ethischer Randbedingungen erfolgreich bearbeiten zu können.

#### Zu (ii) Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen:

Absolventinnen und Absolventen des geplanten Masterstudiengangs „Chemical Biotechnology“ kennen exemplarisch ausgewählte Technologiefelder und können ihre ingenieur- und naturwissenschaftlichen Grundlagen mit berufsfeldbezogenen Anwendungen verbinden. Beispielsweise sind sie durch ihr interdisziplinäres Wissen auf dem Gebiet der chemischen Biotechnologie fähig, Forschungsprojekte zu initiieren, eigenständig zu planen und je nach Aufgabengebiet neue biobasierte Produkte/ Wirkstoffe bzw. neue Verfahren zur Herstellung dieser biobasierten Produkte bzw. neue Verfahren zur Wiederverwertung von Abfallprodukten zu entwickeln. Gleichzeitig sind sie fähig, ihr Fach- und Methodenwissen bei für sie neuen Aufgaben anzuwenden. So sind sie beispielsweise darauf vorbereitet, im Labor entwickelte Verfahren auf den großtechnischen Maßstab zu übertragen. Weiterhin sind sie in der Lage, Problemstellungen selbständig zu identifizieren und über die passende Auswahl von Forschungsmethoden geeignete Wege für die Bearbeitung der entsprechenden Forschungsideen zu entwickeln.

#### Zu (iii) Kommunikation und Kooperation:

Absolventinnen und Absolventen des geplanten Masterstudiengangs „Chemical Biotechnology“ können erfolgreich in einer Forschergruppe arbeiten und ihre Forschungsergebnisse zum einen kritisch hinterfragen, zum anderen aber auch so kommunizieren, dass sowohl Fachleute als auch Fachfremde in der Lage sind, ihnen zu folgen. Die Studierenden setzen sich frühzeitig damit auseinander, welche verschiedenen Sichtweisen und Interessen es zum Thema Nachhaltigkeit gibt und wie diese bei der biotechnologischen Entwicklung von Produkten zu berücksichtigen sind.

#### Zu (iv) Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität:

Absolventinnen und Absolventen des geplanten Masterstudiengangs „Chemical Biotechnology“ haben exemplarisch außerfachliche Qualifikationen erworben und sind damit für die nichttechnischen Anforderungen einer beruflichen Tätigkeit sensibilisiert. Weiterhin sind sie durch eine ausreichende studienbegleitende praktische Ausbildung für die unbedingt erforderliche Sozialisierungsfähigkeit im betrieblichen Umfeld gerüstet. Insgesamt sind sie durch die interdisziplinär angelegte Ausbildung sehr gut für lebenslanges Lernen und für einen Einsatz in unterschiedlichen Berufsfeldern gerüstet.

### **3. Zielgruppen**

#### **3.1 Adressatenkreis**

Der Masterstudiengang Chemical Biotechnology richtet sich an Hochschulabsolventinnen und -absolventen in- oder ausländischer wissenschaftlicher Hochschulen mit Bachelor of Science oder gleichwertigem Abschluss in den Studiengängen der Biotechnologie, Biochemie, Bioverfahrenstechnik und Chemischen Verfahrenstechnik oder vergleichbaren Studiengängen. Die Studierenden sollen über ein breites und integriertes Wissen und Verstehen in zwei der drei Gebiete Biologie, Chemie und Ingenieurwissenschaften verfügen.

#### **3.2 Vorkenntnisse der Studienbewerberinnen und Studienbewerber**

Konkret sollen die Bewerberinnen und Bewerber aus den jeweils genannten Bereichen folgende Kenntnisse mitbringen:

**Mathematik und Statistik:** die Bewerberinnen und Bewerber sollen die wichtigsten mathematischen Methoden, welche für die Berechnungen und Modellierungen im naturwissenschaftlichen Bereich erforderlich sind, beherrschen. Dazu gehören die sichere Anwendung der Differential- und Integralrechnung, sowie Kenntnisse in der linearen Algebra. Zudem sollen die Bewerberinnen und Bewerber die wichtigsten Wahrscheinlichkeitsverteilungen und statistischen Tests kennen und eigenständig anwenden können

**Physik:** die Bewerberinnen und Bewerber sollen die grundlegenden Konzepte der Mechanik (Statik, Dynamik), Wärmelehre (Hauptsätze, Zustandsgleichung), Elektrizität (Gleichstrom) und Optik kennen und soweit verstehen, dass sie diese auf einfache physikalische Fragestellungen lösungsorientiert anwenden können.

**Informatik & Bioinformatik:** die Bewerberinnen und Bewerber sollen den allgemeinen Aufbau von Computersystemen kennen sowie ein grundlegendes Verständnis von unterschiedlichen Zahlensystemen und deren Arithmetik haben. Sie sollen grundlegende Kenntnisse der Programmierung sicher beherrschen und die wichtigsten Elemente der Programmierung kennen wie z. B. Variablen, Kontrollstrukturen, Schleifen und Funktionen. In der Bioinformatik sollen die wichtigsten biologischen Datenbanken (z.B. EBI, NCBI) bekannt sein. Zudem soll ein grundlegendes theoretisches Verständnis von Alignmentverfahren (z.B. Needleman-Wunsch, Smith-Waterman und BLAST) und phylogenetischen Analysen vorhanden sein sowie die Fähigkeit diese eigenständig anzuwenden.



Im Bereich Chemie sollen Bewerbende die Grundprinzipien chemischer Reaktionen verstehen und in der Lage sein entsprechende Reaktionsgleichungen zu formulieren sowie einfache reaktionskinetische und thermodynamische Analysen durchzuführen. Sie sollen zudem die Strukturen und Aggregatzustände chemischer Verbindungen verstehen und mit praktischen Arbeiten in chemischen Laboratorien vertraut sein. Darüber hinaus sollen sie Grundprinzipien der Katalyse verstehen und physikalisch-chemische Analysemethoden bedarfsgerecht anwenden können.

Im Bereich Biologie sollen die Bewerberinnen und Bewerber grundlegende Kenntnisse über Struktur und Funktion von Biomolekülen, die Bestandteile von Zellen und den Fluss genetischer Information besitzen. Sie sollen Gruppen von Mikroorganismen differenzieren können und wichtige Stoffwechselwege kennen. Sie sollen die wichtigsten molekulargenetischen Methoden verstehen und erfolgreich anwenden können. Sie sollen theoretische Kenntnisse zur Reinigung von exprimierten Proteinen sowie zur Analyse der kinetischen Parameter von Enzymen besitzen. Darüber hinaus sollen Sie erfolgreich eigenständig biologische Laborexperimente geplant, durchgeführt und ausgewertet haben.

Im Bereich Verfahrenstechnik sollen die sich Bewerbenden die grundlegenden Phänomene und Modellierungsansätze der chemischen Thermodynamik sowie der Mischphasenthermodynamik kennen. Sie sollen die Funktion der wichtigsten Apparate der thermischen Verfahrenstechnik, der Bioverfahrenstechnik und der Reaktionstechnik beschreiben sowie diese in Bezug auf Masse und Energie bilanzieren können.

Die Fähigkeit zur eigenständigen Bearbeitung von kleineren wissenschaftlichen Projekten sollen die Bewerberinnen und Bewerber nicht nur durch die Anfertigung einer Bachelor's Thesis, sondern im Idealfall auch durch das Absolvieren eines Forschungspraktikum im Umfang von ca. 300 Zeitstunden erlangt haben.

Aufgrund der Tatsache, dass sich der Studiengang auch an internationale Studierende richtet und damit sämtliche Pflichtmodule sowie einige Wahlmodule des Studiengangs nur auf Englisch angeboten werden, sollen gute Englischkenntnisse vorhanden sein.

### **3.3 Zielzahlen**

Der Masterstudiengang Chemical Biotechnology ist so geplant, dass das Studium sowohl im Winter- als auch im Sommersemester aufgenommen werden kann. Wir gehen davon aus, dass der Masterstudiengang mit etwa 20 Studienanfängern starten und jedes Jahr um ca. 10% zulegen wird, so dass es nach 5 Jahren etwa 30 Studienanfänger und nach

10 Jahren 50 Studienanfänger sein werden. Dies bedeutet etwa 100 Studierende bei Vollbelegung und 4 Semestern Regelstudienzeit.

Momentan werden zusätzlich zu den bereits bestehenden Ausbildungslaboren weitere geschaffen, so dass für die Praktikums-Module ausreichend Arbeitsplätze zur Verfügung stehen werden.

Die Lehrkapazität für die angestrebte Zahl an Studierenden ist durch die (angestrebten) Neuberufungen und die bereitstehenden Ressourcen an den beteiligten Lehrstühlen des TUMCS gewährleistet. Die Verwaltung des Studienganges findet ebenso am TUMCS statt. Auch hier stehen entsprechende Ressourcen bereit.

#### **4. Bedarfsanalyse**

Nach erfolgreichem Abschluss des Masterstudiums Chemical Biotechnology sind die Absolventinnen und Absolventen qualifiziert, eine Promotion in einem biotechnologischen Forschungsgebiet anzustreben. Der zielgerichtete Aufbau des Studiums, die englischsprachige Ausbildung, und das hohe Renommee der TUM werden sich dabei positiv auf den Erwerb von Promotionsstellen und begehrten Promotionsstipendien auswirken. Es wird erwartet, dass ungefähr die Hälfte der Absolventinnen und Absolventen diesen Karriereweg einschlagen wird.

Ebenso steht den Absolventinnen und Absolventen ein Weg in die biotechnologisch arbeitende Industrie offen. Die Biotechnologiebranche wächst stetig, sowohl im Hinblick auf den Gesamtumsatz, der Zahl der Unternehmen als auch der Zahl der Beschäftigten. Allein die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung betragen laut *biotechnologie.de*, einer Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), jährlich über 1 Milliarde Euro. Die stärksten Zuwachsraten gab es dabei zuletzt im Bereich der industriellen Biotechnologie (6,3% p.a.). Für 2017 wurden insgesamt 21.860 Arbeitsplätze bei den dedizierten Biotech-Firmen gezählt, was einem Zuwachs von 7,8% entspricht. Hinzu kommen weitere 23.800 Mitarbeiter (+8,2%) bei den sonstigen, biotechnologisch aktiven Firmen in der Chemie- und Pharmaindustrie, so dass die deutsche Biotech-Branche insgesamt 45.660 Arbeitsplätze vorweisen kann. Damit stoßen gleichzeitig die Biotechnologie-Unternehmen auf immer größere Probleme bei der Rekrutierung von Technikern oder Wissenschaftlern.

Der erklärte politische Konsens einen fortschreitenden Strukturwandel hin zu einer biobasierten Wirtschaft zu unterstützen, lässt weiteres Wachstum in dieser Branche und damit einen Fachkräftemangel erwarten. Deutschland soll im internationalen Vergleich zu

einem dynamischen Forschungs- und Innovationsstandort für bio-basierte Produkte, Energien, Verfahren und Dienstleistungen werden (Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030). Auch im Europäischen Rahmen wird die Biotechnologie, die im Wesentlichen auf bio-basierten Rohstoffen beruht, als *Key Enabling Technology* gesehen und es gibt hierzu zahlreiche Initiativen (z.B. *Bio-based Industries Joint Undertaking*). Die Chemische Biotechnologie stellt diesbezüglich eine Schlüsseltechnologie dar, um konventionelle, von fossilen Ressourcen getriebene Prozesse durch effiziente und nachhaltige Verfahren zu ersetzen.

Sowohl für die Rekrutierung in der Biotechnologie-Branche, als auch für das Erreichen der Forschungs- und Innovationsziele werden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit fundierten chemischen und molekularbiologischen Kenntnissen benötigt, die darüber hinaus über praktische Erfahrung in Materialwissenschaft und Prozesstechnik verfügen. Die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs Chemical Biotechnology werden in der Lage sein, ausgehend von den molekularen Prozessen die gesamte Kette der chemisch-biotechnologischen Produktion strategisch zu entwickeln und in der Praxis zu optimieren. Daher sehen wir für sie sehr gute Chancen auf dem Arbeitsmarkt. Durch die global vernetzte Arbeitsweise wird sich auch hier die Unterrichtssprache Englisch positiv auf die Chancen der Absolventinnen und Absolventen auswirken.

## **5. Wettbewerbsanalyse**

### **5.1 Externe Wettbewerbsanalyse**

An den Universitäten in Deutschland werden insgesamt ca. 20 bis 25 Masterstudiengänge im Bereich Biotechnologie angeboten. Der Großteil dieser Studiengänge widmet sich der Biotechnologie in ihrer Breite oder setzt einen Schwerpunkt auf die Molekulare Biotechnologie. Ein gleichnamiger Masterstudiengang der Chemischen Biotechnologie oder Chemical Biotechnology wird zurzeit im deutschsprachigen Raum nur an der TU Ilmenau (Chemical Biotechnology, Biotechnische Chemie) angeboten. Hierbei gibt es wesentliche Unterschiede zu unserem Konzept. Zum einen handelt es sich um einen deutschsprachigen Studiengang. Zum anderen erfolgt eine eher in die Breite gehende Ausbildung. So wird in Ilmenau verstärkt auf Grundlagen in den Bereichen Physik, Chemie, Biologie und verschiedenen technischen Fächer Wert gelegt und es gibt beispielweise auch Lehrveranstaltungen zu rechtlichen Fragen. Der geplante TUM-Masterstudiengang *Chemical Biotechnology*, der sich an Absolventinnen und Absolventen von Bachelorstudiengängen richtet, die bereits in zwei der drei Gebiete Biologie, Chemie

und Ingenieurwissenschaften ausgebildet sind, bietet vor allem eine fachlich fokussierte Qualifizierung an.

Masterstudiengänge mit Elementen aus der Mikro- und Molekularbiologie, Chemie und Verfahrenstechnik werden an einer Reihe von Hochschulen angeboten. Jeweils wird allerdings eines dieser Kerngebiete nur am Rande behandelt. Häufig handelt es sich um Studiengänge im Bereich Biotechnologie, mit Schwerpunkt oder Vertiefungsmöglichkeit in Richtung der Verfahrenstechnik. Beispiele hierfür sind die Universität des Saarlandes (Masterstudiengang Biotechnologie) oder die TU Berlin (Masterstudiengang Biotechnologie, Vertiefungsmöglichkeit Industrielle Biotechnologie). Der Studiengang Biotechnologie und chemische Verfahrenstechnik an der Universität Bayreuth bietet die Möglichkeit der Vertiefungsrichtungen „Bioinspirierte Materialien“, „Bioprosesstechnik“ oder „Chemische Verfahrenstechnik“. An der RWTH in Aachen wird der Studiengang Molekulare und Angewandte Biotechnologie mit Pflichtmodulen aus den Bereichen industrielle Biotechnologie, Molekularbiologie und Bioanalytik sowie Protein- und Prozessdesign angeboten. Themen beispielsweise der organischen Chemie und der Elektrochemie werden dabei nur am Rande behandelt.

Daneben wird die Chemische Biotechnologie in Masterstudiengängen mit Schwerpunkt Chemische Verfahrenstechnik oder Pharmazeutische Technologie angeboten. Beispiele hierfür sind der Studiengang Chemie- und Biotechnologie (M.Eng.) an der Hochschule Darmstadt oder Biotechnologie/ Biopharmazeutische Technologie an der Technischen Hochschule Mittelhessen. In diesem Bereich finden sich jedoch vor allem Hochschulen ohne eigenes Promotionsrecht.

Auch auf internationaler Ebene zeichnet sich ein ähnliches Bild ab. So bietet beispielsweise die Brock University (Canada) einen *Master of Science in Biotechnology* mit Schwerpunkt *Chemical Biotechnology* an. Die *Warsaw University of Technology* (Polen) bietet einen M.Sc. in Applied Biotechnology an, der an der Fakultät für Chemie verortet ist. Innerhalb der Masterprogramme im Bereich Biotechnologie stellen diese Konzepte eher eine Ausnahme dar.

Zusammengefasst stellt das in die Tiefe gehende, spezialisierte Studium der Chemischen Biotechnologie weitgehend ein Alleinstellungsmerkmal des Masterstudiengangs *Chemical Biotechnology* dar.

## 5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

An der TU München existieren im Bereich der Biotechnologie bereits die Master-Studiengänge Molekulare Biotechnologie, Pharmazeutische Bioprozesstechnik, Industrielle Biotechnologie sowie Technologie und Biotechnologie der Lebensmittel. Der letztgenannte Studiengang grenzt sich durch die Fokussierung auf Lebensmittel deutlich von der Chemischen Biotechnologie und den anderen drei Studiengängen ab und wird hier deshalb nicht weiter diskutiert.

Der vorwiegend deutschsprachige Studiengang Molekulare Biotechnologie des Wissenschaftszentrums Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt (WZW) ist, wie bereits durch den Namen des Studiengangs impliziert, stark von molekularbiologischen Themenfeldern und Methoden geprägt. Die verschiedenen biologischen Systeme werden in ihrer vollen Breite behandelt wobei die „rote“ Biotechnologie (siehe z.B. die Grundlagenmodule Molekulare Immunologie, Molekulare Onkologie und Biotechnologie der Tiere) einen Schwerpunkt bildet. Dementsprechend werden die Absolventinnen und Absolventen der Molekularen Biotechnologie direkt oder im Anschluss an eine Promotion insbesondere von der pharmazeutischen Industrie nachgefragt. Im Gegensatz dazu liegt bei der organismischen Ausrichtung des geplanten Studiengangs Chemical Biotechnology der Fokus auf Mikroorganismen, während tierische/humane Systeme kaum eine Rolle spielen. Die Bioverfahrenstechnik dagegen, die einen Schwerpunkt des Studiengangs Chemical Biotechnology darstellt, ist im Studiengang Molekulare Biotechnologie nur von untergeordneter Bedeutung.

Der deutschsprachige Masterstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik, ebenfalls am WZW verortet, ist auch auf die pharmazeutische Industrie, insbesondere aber auf pharmazeutische Anwendungen und Prozesse ausgerichtet. Neben naturwissenschaftlichen Grundlagen, beispielsweise zur Struktur und Funktion von Proteinen, spielen vor allem Aspekte der Bioprozesstechnik eine wichtige Rolle. Darüber hinaus werden z.B. Elemente der Betriebswirtschaftslehre vermittelt.

Katalyse und Metabolic Engineering steht in beiden Studiengängen am WZW nicht im Fokus, wodurch eine deutliche Abgrenzung zum Masterstudiengang Chemical Biotechnology gegeben ist.

Schwerpunkte des Masterstudiengangs Industrielle Biotechnologie sind Enzymtechnik, Metabolic Engineering, Bioprozesstechnik und Aufarbeitung von Bioprodukten. Hier gibt es eine klare Überschneidung mit dem Studiengang Chemical Biotechnology, die

Studierenden werden aber darüber hinaus in den Lehrgebieten der Chemischen Katalyse, der biobasierten chemischen Synthese und der Elektrochemie entsprechend gleichwertig qualifiziert. Ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Studiengängen ist die Zielgruppe der Studienbewerberinnen und Studienbewerber und der damit verbundene Aufbau des Studiums. Ein beträchtlicher Teil des Masterstudiums der Industriellen Biotechnologie widmet sich biowissenschaftlichen und verfahrenstechnischen Grundlagen, wodurch auch Bachelorandinnen und Bacheloranden von Ingenieursstudiengängen ohne biologische Vorkenntnisse in die Lage versetzt werden, den Studiengang erfolgreich zu absolvieren. Im Gegensatz dazu richtet sich der Studiengang Chemical Biotechnology insbesondere an Bewerberinnen und Bewerber mit Vorkenntnissen in Biotechnologie oder Bioverfahrenstechnik. Dadurch kann bereits ab dem 1. Fachsemester ein tiefergehendes fachspezifisches Studium erfolgen.

Aufgrund ihrer verbindenden Elemente ist ein verstärkter Austausch zwischen den biotechnologisch ausgerichteten Studiengängen angestrebt (siehe 6.2.). Zentrales Element dafür soll u.a. ein regelmäßig stattfindendes gemeinsames Seminar sein, das für die Studierenden der Chemical Biotechnology ein Pflichtmodul darstellt. Darüber hinaus werden zahlreiche Module der beiden anderen Studiengänge als Wahlmodule anerkannt und das verpflichtende umfangreiche Forschungspraktikum kann an einem der anderen Standorte absolviert werden.

## **6. Aufbau des Studiengangs**

Die Aufnahme der Studierenden für das Masterprogramm *Chemical Biotechnology* in Vollzeit erfolgt zum Winter- und zum Sommersemester und hat einen Leistungspunkteumfang von 120 ECTS (inkl. Master's Thesis). Insgesamt umfasst der Masterstudiengang 4 Semester (Regelstudienzeit) und der Studienbetrieb findet standortübergreifend in Straubing, Freising und Garching statt (siehe 6.2).

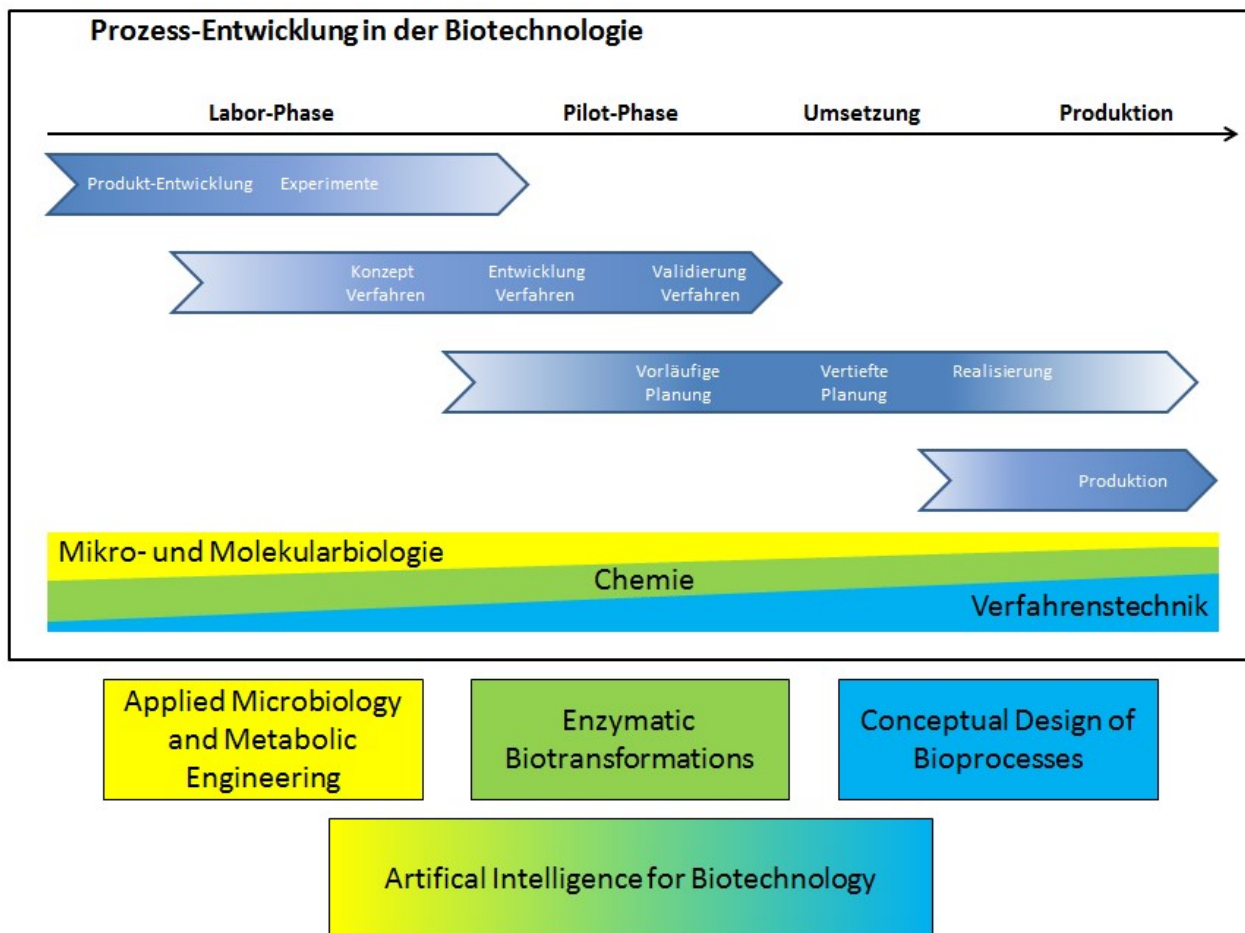
Jedes Pflichtmodul hat mindestens 5 ECTS, der hinterlegte Modulplan gibt einen Überblick über den Modulaufbau des Masterstudiengangs *Chemical Biotechnology*, unter 6.2 sind ein möglicher Studienplan sowie der dazugehörige Stundenplan dargestellt.

### **6.1 Modul- und Lehrkonzept**

Das Berufsbild der Hochschulabsolventinnen und -absolventen im Bereich Chemische Biotechnologie zeichnet sich durch einen hohen Grad an Interdisziplinarität aus und erfordert hochqualifiziertes Fachwissen in der Schnittmenge aus Biologie, Chemie, Verfahrenstechnik und Informatik, um chemische Prozesse basierend auf und mit Hilfe



biologischer Prinzipien zu entwickeln und in den industriellen Maßstab zu transferieren (Abbildung 1). Systemische Betrachtungen der Prozessentwicklung als auch der zunehmende Einfluss der Bioökonomie in der chemischen Biotechnologie erweitern das Anforderungsprofil. Aus diesen Ansprüchen heraus definieren sich für die Studierenden die zu erwerbenden Kernkompetenzen in den Bereichen Applied Microbiology and Metabolic Engineering, Enzymatic Biotransformations, Conceptual Design of Bioprocesses und Artificial Intelligence for Biotechnology (Abbildung 1).



**Abbildung 1: Arbeitsfelder entlang der Prozess-Entwicklung in der Chemischen Biotechnologie mit den jeweiligen Anteilen an Mikro- und Molekularbiologie, Chemie und Verfahrenstechnik. Die Pflichtmodule und ihre inhaltliche Vertretung sind unterhalb angegeben.**

Durch das Pflichtmodul *Applied Microbiology and Metabolic Engineering* (1.Semester) vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse im Bereich der Mikro- und Molekularbiologie. Sie lernen, wie die enormen genetischen Ressourcen aus Bakterien, Pilzen oder Pflanzen,

die uns für biotechnologische Anwendungen zur Verfügung stehen, effizient zugänglich gemacht werden und sind in der Lage, den Metabolismus der entsprechenden Produktionssysteme zu optimieren.

In dem Pflichtmodul *Enzymatic Biotransformations* (1.Semester) erweitern die Studierenden ihr Wissen im Bereich der Biokatalyse, welche die Basis für innovative und nachhaltige Synthesewege in der Chemie darstellt und können Reaktionen mit enzymatischen Teilschritten nachhaltiger gestalten.

In der Verfahrenstechnik steht zentral das Pflichtmodul *Conceptual Design of Bioprocesses* (1.Semester). Aufbauend auf dem im Bachelor erworbenen Kompetenzen über verfahrenstechnische Grundoperationen (Fermenter, chemische Reaktoren, Stofftrennung, Downstreaming) lernen die Studierenden im Labor entwickelte biotechnologischen Prozesse in den technischen Maßstab zu skalieren und mit einer passgenauen Aufarbeitung auszustatten. Durch das Zusammenführen verschiedener Disziplinen von Adsorption bis Zeolithmembranen und die Kombination mit biologischen Herausforderungen wird ein deutlicher Kenntnisszuwachs verglichen zum Bachelor erreicht. Neben der Erweiterung der Kompetenzen in den drei Themenbereichen Chemie, Mikro- und Molekularbiologie und Verfahrenstechnik sollen der Aufbau und die Inhalte des Studiengangs auch eine Spezialisierung auf innovative Bereiche der chemischen Biotechnologie ermöglichen. Hier soll unter anderem mit dem Pflichtmodul *Artificial Intelligence for Biotechnology* (1.Semester) die zunehmend neuen und wichtiger werdenden Einsatzmöglichkeiten der künstlichen Intelligenz, insbesondere des maschinellen Lernens, in der Biotechnologie Rechnung getragen werden, um mit Hilfe moderner *in silico* Verfahren die immer größeren und komplexeren biotechnologischen Daten zu analysieren. Da bei den unter 5.2. beschriebenen bestehenden Biotechnologie-Masterstudiengängen der TUM jeweils ganz unterschiedliche Schwerpunkte und Spezialisierungen im Vordergrund stehen, soll durch die gemeinsam angebotene Summerschool *Advanced scientific planning based on current research topics at TUM* (2.Semester) eine größtmögliche Vielfalt an Spezialisierungs-Möglichkeiten erreicht werden (siehe 6.2.).

Ein weiterer wichtiger Aspekt beim Aufbau des Masterstudiengangs ist die enge Verknüpfung zwischen den theoretisch erworbenen Kenntnissen und der Umsetzung in die Praxis. So stellen einige Module aus dem Pflicht- und Wahlbereich durch einen Praktikums-Anteil einen direkten Bezug zur Laborpraxis her (*Applied Microbiology and Metabolic Engineering/ Enzyme Engineering/ Methods of Synthetic Biology/ Phytopharmaceuticals and natural products*). Darüber hinaus absolvieren die Studierenden verpflichtend über ein oder mehrere Semester ein umfangreiches Forschungspraktikum (15 ECTS/ Zeitvolumen von 450 Stunden), das ihnen bereits vor der



Anfertigung der Master's Thesis einen ausführlichen Einblick in die wissenschaftliche Praxis bietet.

Damit ergeben sich über die vorher genannten Punkte (Wissenserweiterung im Bereich Chemie, Mikro- und Molekularbiologie und Verfahrenstechnik/ Spezialisierungsmöglichkeiten/ Erwerb von Laborpraxis) beim Aufbau des Masterstudiengangs *Chemical Biotechnology* sechs Pflichtmodule im Umfang von 40 ECTS.

Hinzu kommt ein vertiefendes Angebot von Wahlmodulen aus dem Bereich der drei Kernfächer, aus den weiteren Spezialisierungs-Bereichen Elektrobiotechnologie und Materialwissenschaften sowie aus den Bereich-übergreifenden Grundlagen (fortgeschrittene Themen bei der Analytik und Bioinformatik). Bei den Wahlmodulen bewegen sich die Modulgrößen zwischen 3 und 5 ECTS. Bei den Modulen unter 5 ECTS handelt es sich jeweils um spezielle Themen, die sich nur auf einen Teilaspekt eines Wissensgebiets beziehen. Sie werden in dieser Weise angeboten, um den Studierenden die Belegung vieler verschiedener Wahlmodule zu ermöglichen, und damit im Wahlmodulbereich eine größtmögliche Breite und Vielfalt zu erreichen.

Konkret wird der Bereich Mikro- und Molekularbiologie durch die Wahlmodule *Enzyme Engineering, Genetic Engineering and Synthetic Biology, Methods of Synthetic Biology, Regulation of Microbial Metabolism* und *Plant Biotechnology* ergänzt.

Vertieftes Wissen im Bereich Chemie wird durch die Wahlmodule *Chemistry of Enzymes, Glycomics, Phytopharmaceuticals and natural products, Surface Chemistry* und *Sustainable Chemistry* vermittelt.

Im Bereich Verfahrenstechnik werden die im Pflichtmodul erworbenen Kenntnisse durch die Wahlmodule *Advanced Downstream Processing, Electrolyte thermodynamics, Gas-based bioprocesses* und *Mechanical process engineering* vertieft.

In den Spezialisierungs-Bereichen Elektrobiotechnologie und Materialwissenschaften finden sich die Wahlmodule *Electrobiotechnology, Biological materials in nature and technology* sowie *Materials science of renewable resources* und Unterstützung für grundsätzliche Arbeitsweisen in der Wissenschaft finden die Studierenden bei den Wahlmodulen *Advanced Analytics for Biotechnology* und *Advanced Concepts of Bioinformatics*.

Die Allgemeinbildenden Fächermodule sind ebenfalls Wahlmodule und ergänzen den Stundenplan mit Soft Skills, hier können Studienleistungen im Umfang von 6 ECTS eingebracht werden.

Im 4. Semester erfolgt im Normalfall die Anfertigung der Master's Thesis, die das Abhalten eines Master's Colloquium mit einschließt (30 ECTS). Dabei fließt die Benotung des Kolloquiums zu einem Sechstel in die Bewertung der Master's Thesis mit ein. Mit der eigentlichen schriftlichen Ausarbeitung der Master's Thesis, die üblicherweise auf der

detaillierten praktischen Bearbeitung einer experimentellen Fragestellung beruht, weisen die Studierenden nach, dass sie in der Lage sind, selbstständig wissenschaftlich zu arbeiten, ihre Ergebnisse auszuwerten und zu dokumentieren sowie einem Fachpublikum zu präsentieren.

Der geplante Masterstudiengang richtet sich gezielt an Absolventinnen und Absolventen biotechnologischer und chemisch-verfahrenstechnischer Bachelorstudiengänge. Aus diesem Grund wird auf ausgewiesene Angleichungsmodule verzichtet. Kenntnisse, die bereits im Bachelorstudiengang Chemische Biotechnologie vermittelt wurden, sollen lediglich in Form kurzer zusammenfassender Wiederholungen Bestandteil der Lehrinhalte sein. Dadurch wird ausreichend Raum geschaffen für ein tiefergehendes Verständnis der Kernfächer sowie das Erlernen neuer Ansätze.

## 6.2 Studierbarkeit und Mobilität innerhalb der TUM

Für die Studierenden soll die Möglichkeit gegeben sein, den Studiengang innerhalb der Regelstudienzeit zu absolvieren. Die Pflichtveranstaltungen werden daher so organisiert, dass es keine zeitlichen Überlappungen gibt. Auch die Präsenzzeit ist über die Woche hinweg so verteilt, dass genügend Raum für das Eigenstudium bleibt. Dies wird auch durch den folgenden exemplarischen Studienplan (Tabelle 1), der nur Wahlmodule  $\geq 5$  Credits enthält und zugehörigen Stundenplan mit einer Spezialisierung auf Elektrobiotechnologie und die Materialwissenschaften deutlich:

Tabelle 1: Exemplarische Darstellung eines Studienplans für den viersemestrigen Masterstudiengang Chemical Biotechnology.

Semester	Module						Credits
1.	Applied Microbiology and Metabolic Engineering (Pflicht)	Enzymatic Biotransformations (Pflicht)	Conceptual Design of Bioprocesses (Pflicht)	Artificial Intelligence for Biotechnology (Pflicht)	Enzyme Engineering (Wahl)	Mechanical process engineering (Wahl)	30
	Schriftlich 5 CP	Schriftlich 5 CP	Schriftlich 5 CP	Schriftlich 5 CP	Schriftlich + Bericht (2:1) 5 CP	Schriftlich 5 CP	
2.	Advanced scientific planning based on current research topics at TUM (Pflicht)	Genetic Engineering and Synthetic Biology (Wahl)	Sustainable Chemistry (Wahl)	Advanced Downstream Processing (Wahl)	Biological materials in nature and technology (Wahl)	Advanced Analytics for Biotechnology (Wahl)	30
	Wissenschaftl. Ausarbeitung 5 CP	Schriftlich 5 CP	Schriftlich 5 CP	Schriftlich 5 CP	Schriftlich 5 CP	Schriftlich 5 CP	
3.	Research Internship (Pflicht)			Chemistry of Enzymes (Wahl)	Electro-biotechnology (Wahl)	Intellectual Property Law (Wahl)	30
	Bericht 15 CP			Schriftlich 5 CP	Schriftlich 5 CP	Schriftlich 5 CP	
4.	Master's Thesis with Master's Colloquium						30
	Master's Thesis: Wissenschaftliche Ausarbeitung ; Master's Colloquium: Mündlich						30 CP

Legende: dunkelblau = Abschlussarbeit/Praktikum  
hellblau = Wahlmodulbereich  
grau = Pflichtmodulbereich

### 1. Semester

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
8					
9			Enzyme Engineering (V)	Mechanical process engineering (V/Ü)	Conceptual Design of Bioprocesses (V)
10		Enzymatic Biotransformations (V)			
11	Conceptual Design of Bioprocesses (Ü)	Enzymatic Biotransformations (Ü)	Applied Microbiology and Metabolic Engineering (V)		
12					
13					
14		Artificial Intelligence in Biotechnology (VI)		Artificial Intelligence in Biotechnology (VI)	
15					
16					
17	vorlesungsfreie Zeit:				
30	Praktikum Applied Microbiology and Metabolic Engineering Praktikum Enzyme Engineering				

### 2. Semester

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
8					
9		Genetic Engineering and Synthetic Biology (V)	Sustainable Chemistry (V)	Genetic Engineering and Synthetic Biology (S)	Advanced Downstream Processing (V)
10					
11	Advanced Downstream Processing (Ü)		Advanced Analytics for Biotechnology (V)		Adv Analytics for Biotechnology (S)
12					
13					
14		Biological materials in nature and technology (V)	Sustainable Chemistry (S)	Biological materials in nature and technology (V)	
15					
16					
17	Zweitägige Blockveranstaltung während des Semesters (z.B. Pfingstwoche):				
30	Summer school - Advanced scientific planning based on current research topics at TUM				

### 3. Semester

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
8					
9	Electro-biotechnology (Ü)			Electro-biotechnology (V)	
10					
11	Chemistry of Enzymes (V)				
12		Research Internship	Research Internship		
13					
14	Chemistry of Enzymes (S)				
15					
16					
17	Dreitägige Blockveranstaltung während des Semesters:				
30	Intellectual Property Law (WZ5196) - 5 Credits				

### 4. Semester

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
8					
9	Master's Thesis				
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
30					

Da alle Pflichtmodule des Studiengangs und eine ausreichende Zahl an Wahlmodulen am Standort Straubing angeboten werden, ist die Studierbarkeit in dem Sinne gegeben, dass Standortwechsel nicht zwingend notwendig sind. Die Studierenden werden jedoch durch folgende Elemente im Aufbau des Masterstudiengangs ermutigt auch andere Standorte kennenzulernen und beispielsweise ein Semester des Masterstudiums in Freising oder Garching zu verbringen:

Zum einen ist das Pflichtmodul *Advanced scientific planning based on current research topics at TUM* als Seminarveranstaltung in Klausur, beispielsweise im Akademiezentrum Raitenhaslach, geplant, an dem die Studierenden im 1. Studienjahr teilnehmen sollen.

Dabei soll die Veranstaltung auch den Studierenden der Masterstudiengänge Molekulare Biotechnologie und Industrielle Biotechnologie offenstehen. Hierzu werden Dozierende mit biotechnologischem Forschungsschwerpunkt aus allen TUM-Standorten eingeladen teilzunehmen und ihre Forschungsthemen vorzustellen. Dadurch kommen die Studierenden frühzeitig mit vielfältigen Herangehensweisen in der Biotechnologie in Berührung und können Kontakte über die Grenzen des TUM Campus Straubing hinaus knüpfen. Die Studierenden sollen dann ein Konzept für ein Forschungsprojekt im Rahmen des Forschungspraktikums entwickeln. Mit den entsprechenden Professoren und Arbeitsgruppenleitern soll dann im Folgenden ergebnisoffen besprochen werden, ob das Konzept tragfähig ist und in ein Forschungspraktikum münden kann. Was im kleineren Umfang in Vorbereitung auf das Forschungspraktikum erlernt wurde, soll dann im 3.Semester in gleicher Form für einen optimalen Einstieg in die Master's Thesis ablaufen. Das Ergebnis dieser zweiten Projektplanung wird dann im Master's Colloquium präsentiert und diskutiert.

Des Weiteren ist es für Studierende im Master Chemical Biotechnology möglich, Pflichtmodule wie z.B. *Advanced Downstream Processing* oder *Enzyme Engineering* am Standort Freising oder Garching zu belegen. Gleichzeitig werden auch Wahlmodule insbesondere der Masterstudiengänge Molekulare Biotechnologie und Industrielle Biotechnologie für den Master Chemical Biotechnology anerkannt. Schließlich kann auch das Forschungspraktikum in biotechnologisch arbeitenden Gruppen anderer Standorte, die sich bereits am *Advanced scientific planning*-Modul (siehe oben) beteiligt haben, geleistet werden. Durch die drei genannten Punkte soll den Studierenden, die dies wünschen, die Möglichkeit gegeben werden, sogar ein komplettes Semester an einem anderen TUM-Standort zu studieren und es wäre wünschenswert, wenn der TUMCS mit diesem Konzept eine Vorreiterrolle übernehmen könnte, die von den bestehenden Biotechnologie-Studiengängen der TUM im Master-Bereich nachgeahmt würde.

### 6.3 Prüfungskonzept

Das Prüfungskonzept ist entsprechend auf die verwendeten Lehrformen und Lernergebnisse abgestimmt, daher werden zur Überprüfung der fachspezifischen Kompetenzen hauptsächlich schriftliche Prüfungen (Klausuren) eingesetzt. In den Klausuren sollen die Studierenden anhand von Fragestellungen nachweisen, dass sie die theoretischen Grundlagen beherrschen und dass sie die entsprechenden Fachausdrücke, Bezeichnungen und Inhalte kennen. Zudem wird überprüft ob die Studierenden Zusammenhänge verstehen und ihr Wissen auch anwenden können.

Neben schriftlichen Klausuren werden auch Laborleistungen und -berichte als Prüfungsleistung gefordert. Damit dokumentieren die Studierenden dass sie in der Lage sind, Experimente entsprechend vorzubereiten, durchzuführen, zu dokumentieren, auszuwerten und ihre Ergebnisse zu diskutieren.

Ausnahmen bilden Seminare, bei denen in der Regel ein Vortrag der Studierenden hinsichtlich fachlicher Kompetenz, aber auch des didaktischen Aufbaus und einer überzeugenden Präsentation bewertet wird sowie einzelne Wahlmodule (speziell aus dem Bereich der allgemeinbildenden Fächermodule), die zum Nachweis kommunikativer Fähigkeiten mit einer mündlichen Prüfung abschließen.

## **6.4 Mobilität über die TUM hinaus**

In allen Pflichtmodulen ist die Unterrichts- und Prüfungssprache Englisch. Ebenso ist in den Wahlmodulen die Unterrichts- und Prüfungssprache vorwiegend Englisch, sodass der Studiengang komplett in englischer Sprache absolviert werden kann. Dadurch wird eine Internationalisierung des Studiengangs angestrebt, sowohl was die Bewerberinnen und Bewerber, wie auch die späteren Promotions- und Arbeitsmöglichkeiten betrifft.

Es sind keine verpflichtenden Auslandsaufenthalte/ Praktika vorgesehen. Die Studienstruktur bietet jedoch im 2. oder 3. Semester die Möglichkeit für ein Industriepraktikum, das für das Pflichtmodul „Research Internship“ anerkannt werden kann oder für einen Auslandsaufenthalt. Es bestehen beispielsweise Kontakte zur BOKU in Wien und außerhalb Europas im Rahmen der Global Bioeconomy Alliance zu Partneruniversitäten in Australien und Brasilien. Durch die zeitlich flexible Planung verschiedener Wahlmodule und des Forschungspraktikums kann bei optimaler Ausnutzung der Semester in beiden Fällen dennoch die Regelstudienzeit eingehalten werden. Beispielsweise kann ein Semester an der University of Queensland (UQ) in Brisbane (Australien) im dortigen Programm „Master of Biotechnology“ absolviert werden. Hier bietet sich vor allem aufgrund der guten zeitlichen Überlappung mit dem TUM-Sommersemester das 2.Semester bzw. bei Studienbeginn zum Sommersemester das 3.Semester an. Indem ein Forschungspraktikum (Research Project - BIOT7010 = 15 Credits) sowie drei Wahlmodule (z.B. Quality Management Systems in Biotechnology - BIOT7031 -, Research & Development Proposal - BIOL7005 - und Principles of Entrepreneurship - TIMS7301- , Summe = 15 Credits) absolviert werden (alle beschriebenen Module werden an der UQ während des TUM-Sommersemesters angeboten), ist ein Weiterstudium ohne Zeitverlust zum TUM-Wintersemester möglich.

## 7. Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

### 7.1. Organisatorische Anbindung

Der Masterstudiengang Chemical Biotechnology ist dem TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit zugeordnet.

Mit der Koordination wurde Herr Prof. Dr. Volker Sieber, Lehrstuhl für Chemie Biogener Rohstoffe am TUMCS beauftragt.

### 7.2. Zuständigkeiten

Die Zuständigkeiten sind wie folgt festgelegt:

#### **Studiengangsspezifische Beratung/ Management**

Studienplanung, Integration von Auslandsaufenthalten, individuelle Karriereplanung, allgemeine Fragen, Studienordnungen, Beratung in Prüfungsausschuss-Angelegenheiten, Eignungsfeststellungsverfahren, QM, Evaluierung

Dr. Margit Klier-Richter  
Dr. Alexander Höldrich  
Tel: 09421-187-148/ 153  
Schulgasse 22  
94315 Straubing  
margit.klier-richter@tum.de  
alexander.hoeldrich@tum.de

#### **Studienberatung**

Studenten Service Zentrum (SSZ)

#### **Bewerbung**

<https://www.tum.de/studium/studenten-service-zentrum/>

#### **Zulassungsverfahren**

089-289-22245

#### **Immatrikulation**

studium@tum.de

#### **Beiträge**

Service Desk Campus München

#### **Stipendien**

Arcisstr. 21, Raum 0144, 80333 München

#### **Prüfungsamt TUMCS**

Prüfungsangelegenheiten, Prüfungsbescheide, Leistungsnachweise, Abschlussdokumente, Bescheinigungen

Frau Christine Yunos  
Tel: 08161-71-3721  
Alte Akademie 1  
85354 Freising  
christine.yunos@tum.de

#### **Dezentrales Prüfungsamt / Studienbüro**

#### **Studierenden Service Campus Straubing (SSCS)**

Verbuchung von Prüfungen/ Masterarbeiten/  
Anerkennungen, Studienfortschrittskontrolle

Studienkoordination TUMCS  
Raum 01.023  
Schulgasse 22  
94315 Straubing



**Prüfungsausschuss  
Chemical Biotechnology**

Genehmigungen (Thema und Betreuer  
der Masterarbeit, Anerkennungen,  
Fach- und Modullisten)

**Auslandsbeauftragte**

Informationen für Austauschstudierende,  
Hilfe bei sozialen Fragen, wie z. B. zum Visum  
oder zur Kontoeröffnung in Deutschland

**Öffentlichkeitsarbeit**

Vorsitz:  
Prof. Dr. Cordt Zollfrank  
Tel: 09421-187-450  
Schulgasse 16  
94315 Straubing  
cordt.zollfrank@tum.de

Schriftführerin:  
Dr. Diana Benzinger

Dr. Marina Zapilko  
Tel: 09421-187-113  
Schulgasse 22  
94315 Straubing  
m.zapilko@tum.de

Friedrich Münch  
Tel: 09421-187-107  
Schulgasse 22  
94315 Straubing  
f.muench@tum.de