

Studiengangsdokumentation

Masterstudiengang

Pharmazeutische Bioprozesstechnik

Teil A
TUM School of Life Sciences
Technische Universität München

Allgemeines:

- Organisatorische Zuordnung: TUM School of Life Sciences
- Bezeichnung: Pharmazeutische Bioprozesstechnik
- Abschluss: Master of Science (M.Sc.)
- Regelstudienzeit und Credits: 4 Fachsemester und 120 Credit Points (CP)
- Studienform: Vollzeit
- Zulassung: Eignungsverfahren (EV)
- Starttermin: Wintersemester (WiSe) 2022/2023
- Sprache: Deutsch
- Hauptstandort: Weihenstephan (Freising)
- Studiengangverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Heiko Briesen
- Ansprechpersonen bei
Rückfragen zu diesem Dokument: Team Qualitätsmanagement
qm.co@ls.tum.de
- Stand vom: 30.07.2024

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Studiengangsziele | 4 |
| 1.1 | Zweck des Studiengangs | 4 |
| 1.2 | Strategische Bedeutung des Studiengangs | 4 |
| 2 | Qualifikationsprofil | 5 |
| 3 | Zielgruppen | 7 |
| 3.1 | Adressatenkreis | 7 |
| 3.2 | Vorkenntnisse | 7 |
| 3.3 | Zielzahlen | 9 |
| 4 | Bedarfsanalyse | 11 |
| 5 | Wettbewerbsanalyse | 14 |
| 5.1 | Externe Wettbewerbsanalyse | 14 |
| 5.2 | Interne Wettbewerbsanalyse | 14 |
| 6 | Aufbau des Studiengangs | 16 |
| 6.1 | Vertiefungsbereich Bioverfahrenstechnik und -technologie (insgesamt 22 CP)..... | 17 |
| 6.2 | Vertiefungsbereich Digitalisierung (insgesamt 13 CP) | 18 |
| 6.3 | Wissenschaftliche Arbeitsweisen | 18 |
| 6.4 | Wahlmöglichkeiten (insgesamt 50 CP)..... | 18 |
| 6.5 | Mobilitätsfenster | 19 |
| 6.6 | Musterstudienpläne | 20 |
| 7 | Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten | 22 |
| 8 | Entwicklungen im Studiengang | 24 |

1 Studiengangsziele

1.1 Zweck des Studiengangs

Seit mehreren Jahrzehnten werden zunehmend Erkenntnisse der Biologie und Biochemie für industrielle Produktionsverfahren genutzt. Die Anwendungsmöglichkeiten sind durch die Vielfalt der Syntheseleistung der Natur nahezu unbegrenzt. Die Nutzung dieses Potentials liefert Verfahren, die unter Verwendung unterschiedlicher Organismen mit geringem Energieaufwand kostengünstiger, produktschonender und umweltfreundlicher ablaufen als vergleichbare chemische Prozesse. Ein hierfür besonders herausragendes Feld sind dabei biopharmazeutische Produkte wie z.B. Hormone, Enzyme, Impfstoffe und Antikörper. Aufgrund ihrer Komplexität sind solche Produkte oft klassisch chemisch nicht synthetisierbar, sondern müssen grundsätzlich biotechnologisch produziert werden. Die Biotechnologie stellt damit eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts dar mit großem Wachstumspotential und zunehmender wirtschaftlicher Bedeutung. Entsprechend steigt auch der Bedarf an qualifizierten Fachkräften, die nicht nur die biologischen Hintergründe der Prozesse verstehen, sondern auch hervorragende Kenntnisse im Bereich industrieller Umsetzung biotechnologischer Prozesse, der Verfahrenstechnik und der Prozessautomation besitzen.

Das Ziel des Studiengangs Pharmazeutische Bioprozesstechnik ist die Ausbildung interdisziplinär einsetzbarer Ingenieurinnen und Ingenieure für die biopharmazeutische Produktion sowie die entsprechende prozesstechnische Forschung und Entwicklung. Die Aufgabe der Absolventinnen und Absolventen ist die Entwicklung und der qualitätssichere Betrieb von biotechnologischen Produktionsprozessen. Sie können dabei sowohl das wissenschaftliche Verständnis entsprechender Produkte und Prozesse vorantreiben, wie auch erlangte Erkenntnisse in Innovationen umsetzen. Ein verantwortlicher Umgang mit den Möglichkeiten und Grenzen moderner biotechnologischer Prozesse ist ebenso Teil des Profils.

1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

Die School of Life Sciences (LS) bildet seit Jahren Verfahrenstechnik-Ingenieure aus, die biopharmazeutische Produktionsprozesse auslegen und konzipieren können. Ein verbindendes Element anderen verwandten Masterstudiengänge der School of Life Sciences (Lebensmitteltechnologie, Brauwesen und Getränketechnologie) ist die Nutzung fermentativer/biotechnologischer Prozesse. Der Schwerpunkt jener verwandten Masterstudiengänge liegt jedoch auf der Lebensmittel- bzw. Getränkeindustrie. Der Masterstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik ist der konsequente Folgestudiengang des gleichnamigen Bachelorstudiengangs Pharmazeutische Bioprozesstechnik an der Technischen Universität München (TUM), der ebenfalls an der School of Life Sciences beheimatet ist. Das Masterstudium führt darauf aufbauend zum Erwerb vertiefter verfahrenstechnischer und methodischer Kompetenzen. Die Studierenden haben zudem die Möglichkeit, sich auf ein bestimmtes Teilgebiet der pharmazeutischen Bioprozesstechnik zu spezialisieren und in forschungsorientierten Themen eigenständiges wissenschaftliches Arbeiten zu erlernen und zu vertiefen.

Der Masterstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik nutzt die Strukturen und Kompetenzen der School im ingenieurwissenschaftlichen und biotechnologischen Bereich und ergänzt sie um die biopharmazeutische Ausrichtung. Die Verfahrenstechnik ist ein zentrales Kompetenzfeld der School

of Life Sciences und wird im Department Life Science Engineering abgebildet. Die thematische Vernetzung der einzelnen oben genannten verwandten Studiengänge untereinander ermöglicht den Studierenden zudem einen Einblick in unterschiedliche Sparten der biotechnologischen Industrie und damit einen fächerübergreifenden Kompetenzerwerb.

Die Eingliederung des Studiengangsbündels in das weitere Umfeld der School of Life Sciences bietet dabei einen besonderen Vorteil für die Ausbildung von pharmazeutischen Bioprozesstechnikerinnen und Bioprozesstechnikern. Am Campus Weihenstephan ist ein fächerübergreifendes Wissen zu Life Sciences, vor allem Mikrobiologie, Biochemie und molekularer Biotechnologie vorhanden. Aufgrund dieser Bündelung der Kompetenzen, die für die pharmazeutische Bioprozesstechnik nötig sind, können hier zeitgemäß qualifizierte Absolventinnen und Absolventen ausgebildet werden. Synergien ergeben sich außerdem aus dem bereits vorhandenen Wissen Bereich der molekularen Biotechnologie und der Zusammenarbeit mit der School of Engineering.

2 Qualifikationsprofil

Studierende des Masterstudiums Pharmazeutische Bioprozesstechnik erhalten zum einen eine vertiefte Ausbildung im Bereich der methodischen Ingenieurwissenschaften (zusammen mit den verwandten Masterstudiengängen der School of Life Sciences) und zum anderen – speziell für sie – im Bereich der biopharmazeutischen Verfahrens- und Prozesstechnik. Nach Abschluss des Masterstudiengangs sind die Studierenden fähig, ihr angeeignetes Fachwissen aus allen Sparten zu kombinieren und problemlösungsorientiert anzuwenden. Nachfolgend sind die Kompetenzen, welche Absolventinnen und Absolventen nach einem erfolgreichen Masterabschluss vorweisen können, aufgeführt.

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 aufgeführt.

Wissen und Verstehen

- Absolventinnen und Absolventen besitzen vertiefte Kenntnisse biopharmazeutischer Prozesse, Produkte und Darreichungsformen.
- Absolventinnen und Absolventen kennen und verstehen verfahrenstechnische Grundoperationen, die in der biotechnologischen Produktion angewandt werden.
- Absolventinnen und Absolventen kennen und verstehen moderne Konzepte aus dem Feld der industriellen Digitalisierung, wie der Anlagenautomatisierung und Prozessregelung.

Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen

- Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage einzelne verfahrenstechnische Grundoperationen zu analysieren und zu gestalten, um gewünschte Eigenschaften pharmazeutischer Produkte zu generieren und/oder aufrecht zu erhalten.
- Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage durch kombinierte Auswahl an verfahrenstechnischen Grundoperationen ganze Prozessketten der pharmazeutischen Bioprozesstechnik zu entwerfen.
- Absolventinnen und Absolventen können moderne Konzepte aus dem Feld der Digitalisierung auf konkrete Produktionsprozesse anwenden.
- Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, biopharmazeutische Produkte und Darreichungsformen zu analysieren und zu entwickeln.
- Absolventinnen und Absolventen können das Potential wissenschaftlicher Innovationen nutzen, um durch Wissenstransfer Prozesse der pharmazeutischen Bioprozesstechnik weiterzuentwickeln oder neu zu gestalten.

Kommunikation und Kooperation

- Absolventinnen und Absolventen sind vertraut mit den typischen Arbeitsmethoden des Fachgebiets und dem einschlägigen Fachvokabular.
- Absolventinnen und Absolventen beherrschen die interdisziplinäre Kommunikation und sind in der Lage, konstruktiv und lösungsorientiert im Team zu arbeiten.
- Absolventinnen und Absolventen können Forschungsergebnisse zielgruppengerecht aufbereiten, präsentieren und kommunizieren.

Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität

- Absolventinnen und Absolventen sind gleichermaßen für eine Tätigkeit in der biopharmazeutischen Industrie wie auch für eine wissenschaftliche Tätigkeit an einer Hochschule/Forschungseinrichtung qualifiziert.
- Absolventinnen und Absolventen können unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Erkenntnisse Forschungsfragen formulieren, Forschungsprojekte konzipieren und bearbeiten, sowie Forschungsergebnisse auswerten.
- Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, geeignete statistische und modellbasierte Methoden zur Analyse und kritischen Bewertung komplexer Daten und Prozesse auszuwählen und anzuwenden.
- Absolventinnen und Absolventen sind befähigt, ihr Handeln im beruflichen Umfeld kritisch zu reflektieren, vor allem in Bezug der steigenden Erwartungen der Gesellschaft hinsichtlich eines verantwortungsvollen Umgangs mit der pharmazeutischen Bioprozesstechnik.

3 Zielgruppen

3.1 Adressatenkreis

Der Masterstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik richtet sich an Absolventinnen und Absolventen eines an einer in- oder ausländischen Hochschule erworbenen, mindestens **sechsemestrigen** ingenieurwissenschaftlichen oder naturwissenschaftlichen **Bachelorstudiengangs** (120 CP) oder eines **mindestens gleichwertigen Abschlusses** in den Bereichen Bioprozesstechnik, Lebensmitteltechnologie, Brauwesen und Getränketechnologie oder einem vergleichbaren Studiengang.

Der Masterstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik ist ein weiterführender und ingenieurwissenschaftlich vertiefender Studiengang speziell für Absolventinnen und Absolventen einschlägiger ingenieurwissenschaftlich technischer Bachelorfachrichtungen. Der Studiengang baut insbesondere auf die TUM Bachelorstudiengänge Pharmazeutische Bioprozesstechnik auf. Bewerberinnen und Bewerber aus anderen Fachrichtungen und Quereinsteiger werden durch ein Eignungsverfahren und individuelle Beratung auf ein erfolgreiches Studium für den TUM Master Pharmazeutische Bioprozesstechnik vorbereitet.

Die Bewerberinnen und Bewerber sollten ihre Kenntnisse im Bereich der Bioprozesstechnik im Hinblick auf ein zukünftiges Betätigungsfeld in der (bio-)pharmazeutischen Industrie vertiefen, sich aber auch über dieses hinaus fächerübergreifend weiterbilden wollen. Ein ausgeprägtes Interesse an Herstellungsprozessen, kreativer Weiterentwicklung und innovativen pharmazeutischen Produkten wird vorausgesetzt.

Zukünftige pharmazeutische Bioprozesstechnikerinnen und pharmazeutische Bioprozesstechniker sollten willens sein, fachübergreifend im Team zu arbeiten, um in einem sich stetig wandelndem Industriezweig innovativ arbeiten und verantwortungsvoll zur Lösung gesamtgesellschaftlicher Probleme beitragen zu können.

Der Studiengang wird derzeit im Pflichtfachbereich hauptsächlich auf Deutsch angeboten, und ist deshalb an der TUM eher für Bewerberinnen und Bewerber mit sehr guten Deutschkenntnissen geeignet. Es bestehen jedoch zunehmend Möglichkeiten an internationalen Austauschprogrammen teilzunehmen, ein Auslands-, Industrie- oder Forschungspraktikum zu integrieren oder Wahlfächer an einer ausländischen Universität abzuleisten. Viele Wahlfächer werden an der TUM auch in Englisch angeboten und die Master's Thesis kann in englischer Sprache bearbeitet und betreut werden.

Der Studiengang hat derzeit durchschnittlich rund 12% internationale Studierende.

3.2 Vorkenntnisse

Studienbewerberinnen und Studienbewerber müssen ein erfolgreich abgeschlossenes **Bachelorstudium** in Pharmazeutischer Bioprozesstechnik oder ähnlichen **Ingenieur-wissenschaftlich technischen Fachrichtungen** vorweisen. Nachzuweisen ist eine solide Grundausbildung im mathematischen naturwissenschaftlichen Bereich (Biologie, Chemie, Physik, Mathematik). Kenntnisse in grundlegenden Ingenieursfächern wie der **Technischen Mechanik**, der **Strömungsmechanik**, der

Thermodynamik sind essentiell für das Verständnis der im Master gelehrtten Inhalte. Zudem müssen Kompetenzen in **pharmazeutisch-/bio-technologischen Grundlagen, Biochemie, Mikrobiologie und Qualitätsmanagement und Produktsicherheit** - sowohl theoretisch als auch praktisch - nachgewiesen werden. Vergleichsgrundlage ist hierbei das Curriculum des Bachelorstudiengangs Pharmazeutische Bioprozesstechnik an der School of Life Sciences.

Der Bewerbungsprozess schließt ein **Eignungsverfahren gemäß Anlage 2 FPSO** ein.

Grundsätzlich ist das Erreichen von **120 CP** aus einem relevanten Bachelorstudium Voraussetzung, wobei **69 CP** als Kompetenzen aus der in **Tabelle 1** gelisteten Fächergruppe (gemäß Anlage 2 FPSO) vorgegeben sind.

Tabelle 1 Fächergruppe - Voraussetzung für Masterstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik¹

| Fächergruppe | CP |
|---|-----------|
| Chemie (organische, anorganische und Biochemie) | 10 |
| Mathematik inkl. Statistik | 10 |
| Mikrobiologie | 5 |
| Physik | 5 |
| Hygienic Design und Hygienic Processing | 5 |
| Strömungsmechanik | 5 |
| Technische Mechanik | 8 |
| Thermodynamik | 6 |
| Molekulare Biotechnologie | 5 |
| Pharmazeutische Technologie | 5 |
| Qualitätsmanagement und Produktsicherheit | 5 |
| Summe | 69 |

Fehlende Kompetenzen werden durch Zulassungsaufgaben zusätzlich erworben. Bei unzureichenden fachlichen Grundlagen können Module im Umfang von maximal 30 CP aus den genannten Kompetenzbereichen als Zulassungsaufgabe erteilt werden. Diese müssen innerhalb eines Jahres nach Studienbeginn absolviert werden.

Von den Studienbewerberinnen und Studienbewerbern wird erwartet, dass sie die Fähigkeit zum abstrakten, logischen und systemorientierten Denken mitbringen, ebenso wie erkennbares Interesse

¹ *Quelle: FPSO*

und entsprechendes Hintergrundwissen für Fragestellungen aus den Bereichen Lebensmitteltechnologie, verwandten Fachgebieten (z.B. Getränketechnologie) sowie anderen Bereichen (z.B. Ingenieurwissenschaft, Naturwissenschaft, usw.).

Da die Vorlesungen weitgehend in deutscher Sprache abgehalten werden, müssen Studieninteressierte über ausreichende Deutschkenntnisse verfügen. Ausländische Studierende müssen ein von der TUM anerkanntes Sprachenzertifikat (B2 (Goethe), DSH-2/3, B2 (DSD II), 4 (TestDaF), telc Deutsch C1 Hochschule), zusammen mit allen anderen Dokumenten innerhalb der Bewerbungsfrist einreichen.

Ferner sind gute Englischkenntnisse notwendig, da Fachliteratur häufig nur in englischer Sprache zur Verfügung steht. Empfohlen wird B2, Abiturniveau. Defizite in diesem Bereich können Studierende über das Wahlangebot während des Studiums ausgleichen.

3.3 Zielzahlen

Die School of Life Sciences strebt im Masterstudiengang Pharmazeutischer Bioprozesstechnik eine mittlere Anfängerzahl von 30 Studierenden an, um vor allem den Studierenden des Bachelorstudiengangs eine weiterführende und vertiefende Studienoption zu bieten, die ihre beruflichen Entwicklungsmöglichkeiten erweitern wollen. Zusätzlich wird angestrebt die Aufnahme von Studierenden aus anderen TUM internen, ingenieurwissenschaftlich technischen Bachelorfachrichtungen und aus anderen deutschen und internationalen Universitäten zu erhöhen.

Gegenwärtig beträgt die Abschlussquote der Studierenden im Masterstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik nahezu 100%.

Die Marken „Weihenstephan“ und Technische Universität München tragen dazu bei, dass der Studiengang bei Fachmessen stets sehr stark nachgefragt wird. Auch bei Studieninformationstagen lässt sich ein hohes Interesse an dem genannten Studiengang feststellen.

Im Zeitraum von 2017 bis 2021 haben sich jährlich durchschnittlich 60 Studierende für den Bachelorstudiengang immatrikuliert. Im gleichen Zeitraum liegt die durchschnittliche Immatrikulationszahl für den weiterführenden Masterstudiengang bei 22 Studenten.

Ein zum Wintersemester 2016/17 eingeführtes restriktiveres Eignungsverfahren führte wahrscheinlich zu sinkenden Bewerberzahlen und Prozentanteil an Zulassungen. Zum Wintersemester 2022/23 wurde das Eignungsverfahren erneut überarbeitet, mit dem Ziel das Verfahren für alle Bewerberinnen und Bewerber, einschließlich TUM externe und internationale Bewerberinnen und Bewerber, zu harmonisieren und mit zeitnahen Bewerberrückmeldungen eine höhere Immatrikulationsrate für TUM externe Bewerberinnen und Bewerber anzustreben.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Zahlen der Bewerberinnen und Bewerber, Zulassungen und Gesamtstudierenden zwischen 2017 und 2021.

Tabelle 2: Entwicklung der Bewerber- und Immatrikulationszahlen 2017 – 2021 im Masterstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik

| | WS 2017/18 | WS 2018/19 | WS 2019/20 | WS 2020/21 | WS 2021/22 |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Bewerbungen (Fälle) | 44 | 56 | 42 | 48 | 54 |
| <i>davon International</i> | 13 | 9 | 11 | 3 | 3 |
| Zulassungen (Fälle) | 24 | 42 | 30 | 30 | 37 |
| Immatrikulationen aus Bewerbungen (Fälle) | 18 | 34 | 20 | 19 | 19 |
| Anteil Immatrikulationen an Zulassungen (Fälle) in % | 75,0 | 81,0 | 66,7 | 63,3 | 51,4 |
| Studierende (Fälle) | 101 | 93 | 86 | 85 | 64 |
| <i>davon International</i> | 11 | 13 | 11 | 11 | <i>n.a.</i> |

WS = Wintersemester, Immatrikulation für diesen Studiengang erfolgt nur zum WS

4 Bedarfsanalyse

Die Anzahl der Beschäftigten in der Biotechnologiebranche steigt nach wie vor. Zwischen 2016 und 2019 hat die Zahl der Beschäftigten in Deutschland um 15% auf über 37.000 zugenommen. Derzeit arbeiten hierzulande rund 680 Unternehmen rein biotechnologisch². Über die Hälfte dieser Unternehmen arbeitet im medizinischen und pharmazeutischen Sektor.

Weltweit sind derzeit über 850.000 Menschen in der Biotechnologie-Branche angestellt, die im Jahr 2020 einen Umsatz von ca. 298 Milliarden US\$ gemacht hat³. Sowohl in direkter Nähe zur TUM (Biocluster München und Regensburg) als auch weltweit (biotechnologische Großindustrie) wird Knowhow in biotechnologischer Produktion stark nachgefragt.

Absolventinnen und Absolventen der Pharmazeutischen Bioprozesstechnik sind durch die breitgefächerte Ausbildung vielfältig einsetzbar. Die Kernaufgaben der Absolventinnen und Absolventen liegen in der Planung, Überwachung, Steuerung und Bewertung fermentativer Prozesse und der Sicherung der Produktqualität. Aufgrund des steigenden Anteils an biotechnologisch hergestellten Arzneimitteln werden vermehrt Ingenieursfähigkeiten bei Teilauslegungen von Anlagen und Komponenten der Bioprosesse benötigt und im pharmazeutischen Anlagenbau nachgefragt, denn die klassisch ausgebildeten Ingenieure der Anlagenbauer können diese Problemstellungen meist nicht adäquat bedienen.

Ein weiterer wachsender Markt im Pharmaumfeld ist die korrekte Dokumentation in Anlagenqualifizierung und -validierung, wofür die Studierenden während ihrer Ausbildung sensibilisiert werden.

Da der Masterstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik auch forschungsorientiert ausgerichtet ist, eröffnen sich zudem Betätigungsfelder im Bereich Forschung und Entwicklung in Industrielabors, an Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen. Schließlich besteht im Anschluss an die erfolgreiche Absolvierung des Masterstudiums die Möglichkeit zur Promotion.

Künftige Arbeitgeber für Pharmazeutische Bioprozesstechnikerinnen und Pharmazeutische Bioprozesstechniker können daher sowohl Anlagenbauer für die biotechnologische und Pharmaindustrie als auch Hersteller von Arzneimitteln, Kosmetika, Nahrungsergänzungsmitteln oder anderen biotechnologisch hergestellten Produkten sein. Dabei kommen sowohl Firmen im In- als auch im Ausland in Frage.

Eine im Jahr 2020/21 durchgeführte TUM Absolventenbefragung untermauert das positive Bild der Berufssituation für Masterabsolventinnen und Masterabsolventen des Studiengangs der Pharmazeutischen Bioprozesstechnik.

TUM Absolventinnen und -Absolventen haben auf dem Arbeitsmarkt sehr gute Berufschancen. Regelmäßige Absolventenbefragungen (seit 2018) ergaben, dass nahezu alle Absolventinnen und Absolventen nach dem Ende des Masterstudiums eine entsprechende berufliche Erwerbstätigkeit gefunden haben. Fast 75% der Absolventinnen und Absolventen finden einen Berufseinstieg schon innerhalb der ersten 3 Monate nach dem Abschluss des Studiums.

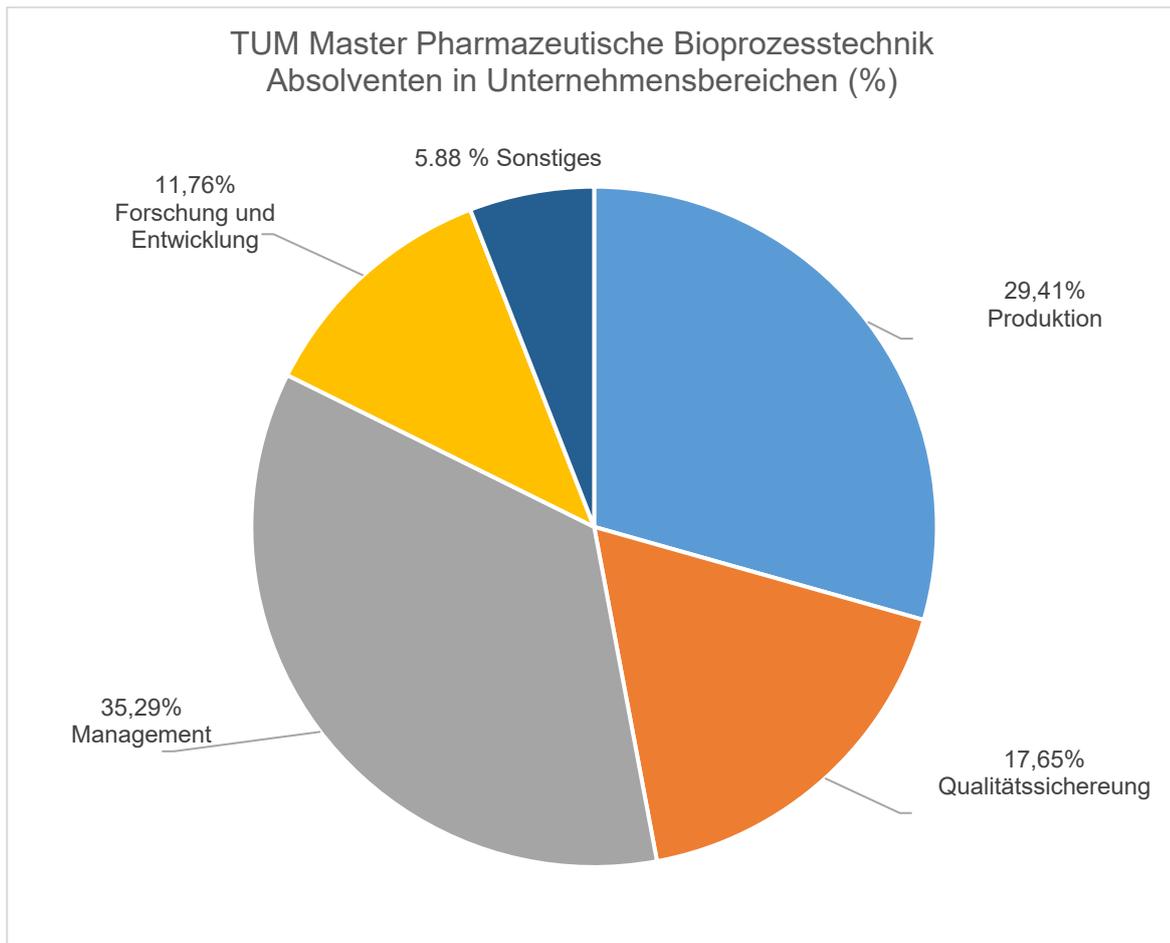
² Biotechnologie-Industrie-Organisation Deutschland e.V. 2020, Statista

³ IBISWorld

Die Mehrheit der Absolventinnen und Absolventen (75%) findet einen Berufseinstieg in Produktionsbetrieben der pharmazeutischen Industrie, im Anlagenbau, und der Forschung und Entwicklung. Absolventinnen und Absolventen finden außerdem Einstiegschancen in der chemischen Industrie.

Rund 29% der Absolventinnen und Absolventen finden ein interessantes Tätigkeitsfeld in der Produktion und Planung, rund 18% in der Qualitätssicherung, 35% im Management/Führungsbereich, 12% in Forschung und Entwicklung (Abbildung 1).

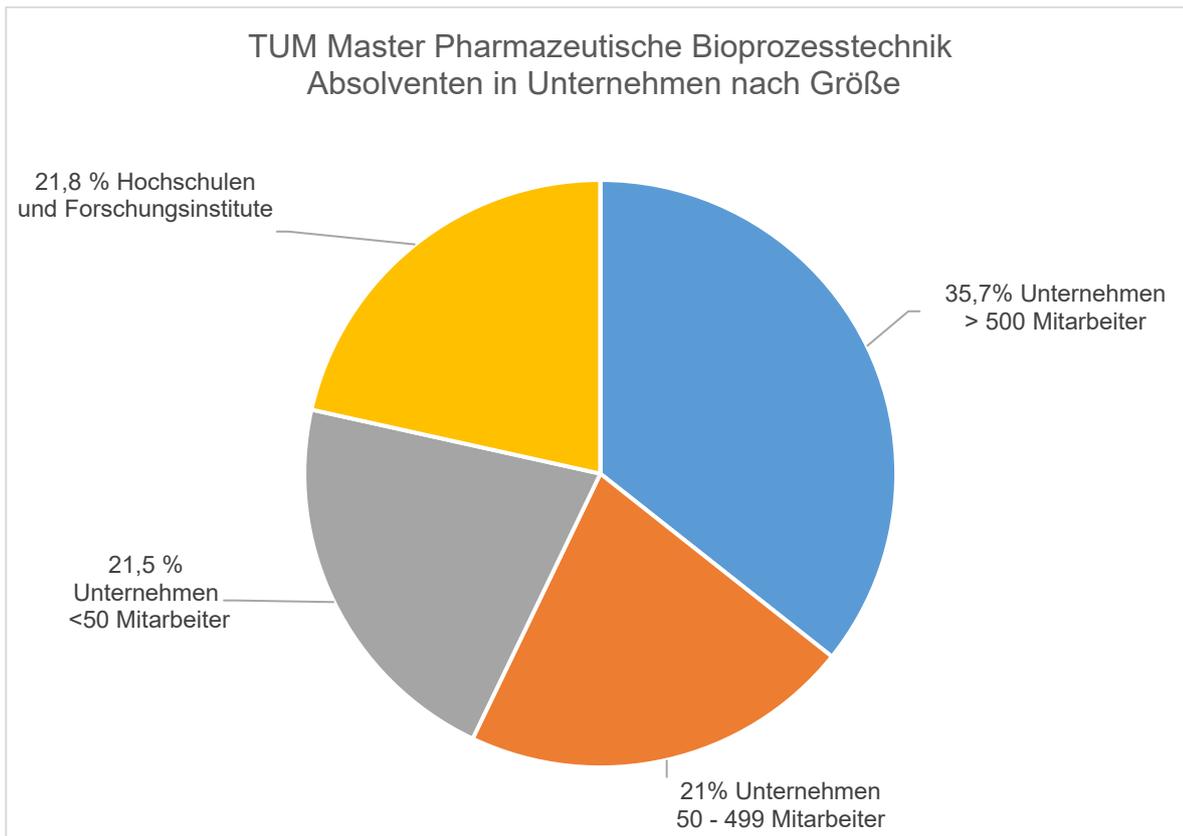
Abbildung 1: Einstiegstätigkeitsfelder von Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs Pharmazeutische Bioprozesstechnik nach Studienabschluss in %



Quelle: Absolventenbefragung (2018, 2020, n=16)

Befragungen im gleichen Zeitraum hinsichtlich der Größe der Unternehmen, in denen TUM Absolventinnen und TUM Absolventen einen Job fanden, ergaben, dass die Mehrheit, 36% der Absolventinnen und Absolventen in großen Unternehmen und nur jeweils 21% in mittleren und kleinen Unternehmen eine Tätigkeit fanden (siehe Abbildung 2). Zum Vergleich, rund 22% der Befragten gab eine Tätigkeit in der Forschung und Entwicklung oder Lehre an einer Hochschule sowie einem Forschungsinstitut an.

Abbildung 2: Einstiegsunternehmen nach Mitarbeiteranzahl von Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs Pharmazeutische Bioprozesstechnik nach Studienabschluss (und Hochschulen) in %



Quelle: Absolventenbefragung (2018, 2020, n=16)

5 Wettbewerbsanalyse

5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Bioprozesstechnik wird als Form der Bioverfahrenstechnik verstanden, die sich mit der Produktion von Feinchemikalien, Grundstoffen und Biopharmazeutika mit Hilfe von Enzymen und pro- oder eukaryotischer Zellen beschäftigt. Als solches gibt es vielfältige Möglichkeiten, über ein fachspezifisches Studium in diesen Bereich einzusteigen. International fällt die Bioprozesstechnik in den allgemeinen und viel größeren Bereich der Biotechnology oder Spezialgebiete des Engineering. Einschlägige Vergleichsstudiengänge und Anbieter sind daher schwer zu definieren.

Allgemein werden international viele Studiengänge in Biotechnology, oder Chemical and Biological Engineering, oder spezialisierte Verfahrenstechnik angeboten.

In Deutschland können Studierende im Masterstudiengang Bioverfahrenstechnik an der Technischen Universität Hamburg, Biotechnology an der TU Berlin, TU Braunschweig, Universität Münster, Pharmazeutische Biotechnology an der Universität Ulm, Biotechnology und Chemische Verfahrenstechnik an der Universität Bayreuth, und Pharmaceutical and Industrial Biotechnology an der Universität Halle-Wittenberg studieren.

Weiter gibt es Möglichkeiten im Masterstudiengang Pharmazeutische Biotechnology, Industrielle Biotechnology, oder Bio-Ingenieurwesen an rund 10 deutschen Fachhochschulen zu studieren.

In dem TUM Masterstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik werden ingenieurwissenschaftlich-technologische Kompetenzen als Schwerpunkt vermittelt, die an die Bereiche Lebensmitteltechnologie, Biotechnology und Verfahrenstechnik angegliedert sind.

Unter den deutschen Universitäten platziert die TUM an erster Stelle (Nr. 49 weltweit) im Bereich Biotechnology und Food Science und Technology⁴.

Studieren an der TUM bietet den Studierenden Zugang zu innovativen interdisziplinären Fächern aus dem gesamten TUM Kataloge und zu einem diversen Netzwerk von international anerkannten TUM Wissenschaftlerinnen und TUM Wissenschaftlern als potentielle Betreuer für die Master`s Thesis und weiteres wissenschaftliche Arbeiten als Teil einer Promotion.

5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

Es gibt an der TU München keinen vergleichbaren Masterstudiengang.

Am nächsten verwandt sind folgende Masterstudiengänge der School of Life Sciences: **Lebensmitteltechnologie** sowie **Brauwesen und Getränketechnologie**. Teile der ingenieurwissenschaftlichen Vertiefung werden im Studiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik zusammen mit diesen beiden Studiengängen belegt. Aufbauend auf der strukturellen und inhaltlichen Verwandtschaft innerhalb der Verfahrenstechnik und den methodischen Fächern Automatisierungs- und Regelungs-

⁴ Shanghai-Ranking, 2021 Global Ranking of Academic Subjects

technik sowie dem Fach Wissenschaftliches Rechnen, ergibt sich im Laufe des Studiums eine Spezialisierung in der gewählten Fachrichtung. Die im **Masterstudiengang Pharmazeutische Bioproszesstechnik** gelehrt pharmatechnologischen und -verfahrenstechnischen Studieninhalte finden sich ausschließlich in diesem wieder und ermöglichen so eine eindeutige fachliche Abgrenzung.

Daneben gibt es einige weitere Studiengänge an der TUM, die in den Grundzügen der Ingenieurs- und/oder Naturwissenschaften dem Masterstudiengang Pharmazeutische Bioproszesstechnik ähneln.

Der Masterstudiengang **Chemieingenieurwesen** ist ein interdisziplinärer Studiengang, getragen von den Fakultäten für Chemie und für Maschinenwesen. Dieser verknüpft anwendungsorientierte Ingenieurwissenschaft mit einer Vertiefung in chemischer Verfahrenstechnik und Biotechnologie. Trotz der Möglichkeit der Spezialisierung im molekularbiologischen Bereich fehlt im Vergleich zum Masterstudiengang Pharmazeutische Bioproszesstechnik die Vermittlung pharmatechnologischer Kenntnisse vollständig. Diese werden jedoch von der pharmazeutischen Industrie speziell nachgefragt, da sie für die Entwicklung und Qualitätssicherung von Biopharmazeutika, sowie für das Verständnis der Produktionsprozesse von enormer Bedeutung sind.

Der interdisziplinäre Masterstudiengang **Industrielle Biotechnologie**, der von der Munich School of Engineering der TUM angeboten wird, lehrt die Nutzung molekularbiologischer Methoden zur biotechnologischen Produktion von Grundstoffen der chemischen Industrie. Obwohl die Herstellung von Chemikalien und Pharmazeutika sich in einigen Punkten überschneidet, fehlt jedoch auch hier die Vermittlung der spezifisch für die pharmazeutische Industrie notwendigen Kenntnisse.

Der eher naturwissenschaftlich ausgerichtete Studiengang **Molekulare Biotechnologie** der School of Life Sciences beschäftigt sich in erster Linie mit der Struktur und Funktion auf der Ebene der Biomoleküle und weniger mit Herstellungsprozessen und dem damit verbundenen technischen Knowhow. Demnach fehlt hier vollständig die Vermittlung anwendungsorientierter, ingenieurwissenschaftlicher und verfahrenstechnischer Kenntnisse, die für das Verständnis von Produktionsprozessen und der damit verbundenen technischen Anforderungen von Nöten sind.

Der Studiengang **Chemische Biotechnologie** am Campus Straubing, kombiniert Chemie, Molekularbiologie und Verfahrenstechnik. Eine der Schlüsseltechnologien um industrielle Prozesse ökologischer und kostengünstiger zu gestalten und nachwachsende Rohstoffe für die industrielle Nutzung zu erschließen, ist die industrielle Biotechnologie, und speziell die chemische Biotechnologie. Ein Schwerpunkt ist der Ersatz von konventionellen industriellen Prozessen durch biotechnologische Prozesse und die Nutzung biologischer anstelle fossiler Ausgangsstoffe. Jedoch fehlt auch hier die Vermittlung der spezifisch für die pharmazeutische Industrie notwendigen Kenntnisse und verfahrenstechnische Ausrichtung.

6 Aufbau des Studiengangs

Der viersemestrige Masterstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik ist als Vollzeitstudium (120 CP) ausgelegt. Der Studiengang baut konsekutiv auf dem an der School of Life Sciences angebotenen Bachelorstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik auf. Während die Bachelorausbildung auch von einer breiten naturwissenschaftlichen Ausbildung mitgeprägt ist, und dort überwiegend die Grundlagen der angestrebten ingenieurwissenschaftlichen Ausrichtung des Ausbildungsstrangs gelegt werden, zielt die Masterausbildung verstärkt auf die Vertiefung ingenieurwissenschaftlicher Fach- und Methodenkompetenzen. Der Aufbau des Studiums ist in **Abbildung 3** dargestellt.

In den ersten drei Semestern sind Pflicht- und Wahlmodule im Umfang von insgesamt 90 CP zu erbringen. Das vierte Semester ist für die Erstellung der Masterarbeit (30 CP) vorgesehen. In den Pflicht- und Wahlmodulen werden sowohl Vorlesungen als auch Übungen, Projektarbeiten und Praktika angeboten.

Der Studiengang wird in Deutsch angeboten. Wissenschaftliche Projektthemen können jedoch wahlweise in Englisch bearbeitet und betreut werden. Studierende können englischsprachige Wahlmodule belegen.

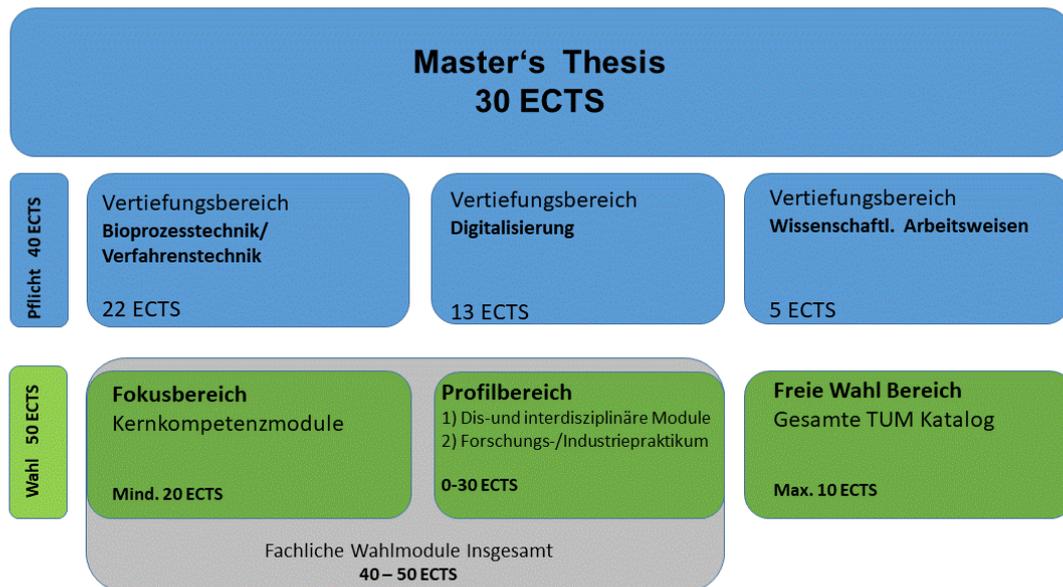
Es sind insgesamt 35 CP in Pflichtmodulen zur Erlangung der ab Kapitel 2 formulierten fachlichen Kernkompetenzen in den Vertiefungen Bioverfahrenstechnik/-technologie und Digitalisierung abzu-legen. Gezielt auf den Erwerb von Kompetenzen aus den Bereichen wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität sowie Kommunikation und Kooperation dienen Module im Umfang von 35 CP, die vor allem die Masterarbeit aber auch das Bioprozesstechnische Seminar abbilden.

Ein eigenes Kompetenzprofil schärfen die Studierenden durch Wahlmodule im Umfang von 50 CP.

Der Wahlbereich gliedert sich in drei Bereiche: Fokusbereich, Profilbereich und Freie-Wahl-Bereich. Das gewünschte ingenieurwissenschaftliche Profil wird durch Auswahl der Module im Fokusbereich sichergestellt. Der Profilbereich ist thematisch weiter gefasst und erlaubt den Studierenden auch angrenzende Kompetenzen (z.B. rechtlich und ökonomische Kompetenzen) zu erwerben.

Im Rahmen des Profilbereichs haben Studierende auch die Wahl durch ein individuelles Forschungspraktikum oder ein Industriepraktikum von 6 oder 10 Wochen vertiefende wissenschaftliche oder praktische Kompetenzen im Umfang von maximal 10 CP zu erlangen. Studierende wählen selbst ihre Interessengebiete und werden TUM intern betreut.

Abbildung 3: Aufbau des Masterstudiengangs Pharmazeutische Bioprozesstechnik



6.1 Vertiefungsbereich Bioverfahrenstechnik und -technologie (insgesamt 22 CP)

Die Komplexität des Herstellungsprozesses von Biopharmazeutika erfordert eine vertiefende ingenieurwissenschaftliche akademische Ausbildung der Studierenden im Masterstudium.

Im Modul **Vertiefende Kapitel der Pharmazeutischen Bioprozesstechnik** (6 CP) werden aktuelle Themen aus Wissenschaft und Forschung aufgegriffen, vertieft und um spezielles Fachwissen ergänzt. Dabei werden die Studierenden für gegenwärtig relevante Forschungsschwerpunkte sensibilisiert.

Parallel hierzu startet die verfahrenstechnische Ausbildung. In einem für das gesamte Studiengangsbündel relevanten Modul **Verfahrenstechnik** (9 CP) werden weitgehend stoffunabhängig die Grundoperationen und Konzepte der mechanischen/dispersen und der thermischen Verfahrenstechnik vermittelt. Bei der Vermittlung dieser Grundoperationen (z.B. Filtration, Destillation) steht die abstrakte, formale Beschreibung im Vordergrund. Es wird aufgezeigt, welchen Gesetzmäßigkeiten diese Prozesse folgen und wie diese für eine Berechenbarkeit in Modellgleichungen gefasst werden können.

Im Modul **Bioverfahrenstechnik** (7 CP) werden für die Bioprozesstechnik relevante Reaktorkonzepte vertiefend behandelt und auf konkrete Fragestellungen angewandt. Die Grundoperationen aus der mechanischen und thermischen Verfahrenstechnik, die für das Verständnis erforderlich sind, werden dabei vorausgesetzt.

6.2 Vertiefungsbereich Digitalisierung (insgesamt 13 CP)

Der Anspruch an Automatisierung und Digitalisierung ist im Bereich der Bioprozesstechnik besonders hoch. Um den Anforderungen im Rahmen der Industrie 4.0 (v.a. Digitalisierung) gerecht zu werden, benötigen die Absolventinnen und Absolventen ein weitreichendes methodisches Wissen.

Dieses wird anwendungsorientiert im Modul **Automatisierungs- und Regelungstechnik** (8 CP) vermittelt. Dabei werden nicht nur die theoretischen Kompetenzen vermittelt, sondern durch praktische Übungen auch der anwendungsorientierte Kompetenzerwerb sichergestellt.

Erweiterte mathematische Methodenkompetenzen erwerben die Studierenden im Modul **Wissenschaftliches Rechnen (5 CP)**. Die Studierenden erlernen Methoden und Algorithmen zur Datenanalyse und Simulation von Prozessen, die über die im Bachelorprogramm vermittelten eher statistischen Methoden hinausgehen.

6.3 Wissenschaftliche Arbeitsweisen

Die Grundlage für eigenständiges wissenschaftliches Arbeiten wird im **Bioprozesstechnischen Seminar** (5 CP) gelegt, dessen Schwerpunkt auf wissenschaftlicher Methodik und Literaturrecherche liegt. Dabei sollen die Studierenden den Umgang mit den im Zuge der Bachelorarbeit erlernten wissenschaftlichen Werkzeugen vertiefen. Sie lernen selbst recherchierte Ergebnisse zu präsentieren, zu diskutieren und deren gesellschaftlichen Implikationen zu beurteilen.

In der abschließenden **Master's Thesis** (30 CP) müssen die Studierenden zeigen, dass sie sich einen komplexen Sachverhalt aus dem Themengebiet der Bioprozesstechnik eigeninitiativ und kompetent erarbeiten, praktisch umsetzen und wissenschaftlich auswerten können. Durch die Themenwahl können die Studierenden ihren favorisierten Schwerpunkt setzen und somit ihr eigenes Profil weiter schärfen.

In Seminaren und Abschlussarbeiten werden die Studierenden immer wieder mit der Verantwortung ihres eigenen Handelns konfrontiert. Durch Reflexion mit Betreuenden und Mitstudierenden, lernen die Studierenden ihr Handeln in einen gesamtgesellschaftlichen Kontext einzuordnen.

6.4 Wahlmöglichkeiten (insgesamt 50 CP)

Darüber hinaus können die Studierenden je nach Neigung und persönlicher Zielvorstellung durch ein breites Angebot an Wahlmodulen im Umfang von 50 CP ihre Kompetenzen vertiefen. Auch Berufs- und Forschungspraktika sind als kreditierte Studienleistung einbringbar.

Die Absolventinnen und Absolventen erwerben hierbei individuelle, vertiefte Fachkompetenzen aus verschiedenen flexibel wählbaren Bereichen der Bioprozesstechnik, die ein hohes Maß an Interdisziplinarität abbilden sowie eine individuelle Profilbildung zu erlauben.

Der Wahlbereich gliedert sich in einen **Fokusbereich**, einen **Profilbereich** und einen **Freie-Wahl-Bereich**.

Der Fokusbereich besteht aus einem eng an die Kernkompetenzen des Studiengangs angelehnten Wahlkatalog. Aus dem Fokusbereich müssen Absolventinnen und Absolventen eine Mindestanzahl an 20 CP einbringen.

Der Profildbereich besteht ebenfalls aus einem vorgegebenen Wahlkatalog. Er erweitert die Wahlmöglichkeiten auf disziplinär und interdisziplinär angrenzende Gebiete, die der individuellen Profilschärfung der Absolventinnen und Absolventen dienen. Auch Forschungs- und Industriepraktika können im Profildbereich eingebracht werden. Insgesamt können im Profildbereich zwischen 0 und 30 CP erbracht werden, wobei maximal 10 CP für ein Praktikum anrechenbar sind.

Im Freie-Wahl-Bereich können Veranstaltungen aus dem gesamten Angebot (fachlich oder überfachlich) gewählt werden, von denen die Absolventinnen und Absolventen sich einen nützlichen Kompetenzerwerb erwarten. Eine Einschränkung der Auswahl ergibt sich lediglich dadurch, dass maximal 10 CP als freie Wahl eingebracht werden können.

Die Studierenden haben die optionale Möglichkeit im Rahmen von kreditierbaren Berufspraktika ersten Industrieerfahrungen zu sammeln. Damit bekommen sie einen ersten Einblick in ihren gewählten Industriebereich, lernen charakteristische Arbeitsweisen kennen und können diese mit ihren Studieninhalten verknüpfen. Somit sind sie später auf dem Arbeitsmarkt handlungsfähig und können ihr eigenes Kompetenzprofil auf die entsprechenden Tätigkeitfelder reflektieren, stetig ausbauen und die gesetzten Arbeitsziele in einen beruflichen sowie gesellschaftlichen, sinnvollen Bezug setzen.

In wählbaren universitären Praktika oder Seminaren, die häufig in Gruppen durchgeführt werden, erwerben die Studierenden die Fähigkeit, Problemstellungen im Team zu lösen und eignen sich Kommunikationsfähigkeit und Teamgeist an. In gemeinsamen, häufig praktizierten Lerngruppen, motivieren sich die Studierenden gegenseitig, um Prüfungsleistungen zügig und erfolgreich zu absolvieren. Dadurch können sie Konfliktpotentiale in einer Gruppe erkennen, diese mit geeigneten Methoden überwinden und somit einen geeigneten, zum Erfolg führenden Lösungsprozess entwickeln. Durch die selbstverantwortliche Organisation und individuell wählbare Zusammenstellung des Studiengangs können die Masterabsolventinnen und Masterabsolventen und Absolventen ihre Schwächen und Stärken selbst gut einschätzen und lernen sich selbst realistische Arbeitsziele zu setzen.

Über die oben genannten, fest im Studiengang verankerten Elemente, die Kompetenzen wie Engagement und Verantwortungsbewusstsein aufbauen und schulen, besteht darüber hinaus im Rahmen von studentischen Aktivitäten (z.B. durch Tätigkeiten in der Fachschaft, in der Weihenstephaner Industrierunde) die Möglichkeit, erweiterte Erfahrungen zu sammeln. Die Teilnahme an TUM-weiten Vereinigungen und Arbeitsgruppen kann den Studierenden einen breiten Blick auf überfachliche Interessensfelder vermitteln.

6.5 Mobilitätsfenster

Im Studiengang wurde im 3. Fachsemester ein Mobilitätsfenster geschaffen. Dieses Semester ist geprägt von einem fast vollständigen Fehlen von Pflichtveranstaltungen. Hier wird ein Großteil der Wahlkredits eingebracht. Diese Wahlkredits können in hervorragender Weise auch durch Belegung geeigneter Fächer an ausländischen Universitäten eingebracht werden. Das im 3. Fachsemester zu erbringende Pflichtmodul **Bioprozesstechnisches Seminar** kann ebenso durch eine äquivalente ausländische Studienleistung erbracht werden. Sofern dies nicht möglich sein sollte, lässt sich diese Studienleistung aber auch problemlos ohne Anwesenheit an der TUM einbringen, da es sich um ein überwiegend durch Selbststudium geprägtes Modul handelt.

6.6 Musterstudienpläne

Der allgemeine Studiengangsverlaufsplan über die Regelstudienzeit von vier Semestern ist in der **Abbildung 4** dargestellt.

Abbildung 4: Allgemeiner Studienverlaufsplan Masterstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik

| Semester | Module | | | | | | CP/PL |
|----------|---|---|---|-------------------------------------|---------------------|----------------------|-------|
| 1. | Automatisierungs- und Regelungstechnik (Pflicht) 4CP | Vertiefende Kapitel der Bioprozesstechnik (Pflicht) 6 CP | Bioverfahrenstechnik und Bioreaktoren (Pflicht) 3 CP | Verfahrenstechnik (Pflicht) 9 CP | Wahlmodul 1 5 CP | Wahlmodul 2 3 CP | 30/5 |
| 2. | | Wissenschaftliches Rechnen (Pflicht) 5 CP | | Wahlmodul 3 5 CP | Wahlmodul 4 6 CP | Wahlmodul 5 6 CP | 30/6 |
| 3. | Bioprozesstechnisches Seminar (Pflicht) 5 CP | Wahlmodul 6 5 CP | Wahlmodul 7 5 CP | Wahlmodul 8 5 CP | Wahlmodul 9 5 CP | Wahlmodul 10 5 CP | 30/6 |
| 4. | Master's Thesis 30 CP | | | | | | 30/1 |

Dunkelblau = Pflichtmodul Master's Thesis
 Grau = Pflichtmodule
 Hellblau = Wahlmodule

CP = Credits, PL = Prüfungsleistung

Der Musterstudienplan (**Abbildung 5**) stellt eine der vielen Möglichkeiten für Studierende dar, sich ihren Studienplan zusammenzustellen.

Abbildung 5: Exemplarisches Curriculum des Masterstudiengangs Pharmazeutische Bioprozesstechnik

| Semester | Module | | | | | | CP/PL |
|--------------------------------|--|---|---|--|---|--|-------|
| 1. | LS30006 Automatisierungs- und Regelungs- technik (Pflicht) 4 CP | LS60013 Vertiefende Kapi- tel der Bioprozess- technik (Pflicht) K 6 CP | ED180010 Bioverfahrenstech- nik und Bioreaktoren (Pflicht) 3 CP | LS30001 Verfahrenstechnik (Pflicht) K 9 CP | WZ2016 Proteine: Struktur, Funktion und (Wahl - Fokus) K 3 CP | LS30029 Prozessanalyse und Digitalisierung (Wahl - Fokus) K 5 CP | 30/5 |
| 2. | | LS30007 Wissenschaftli- ches Rechnen (Pflicht) K 5 CP | | WZ5134 Simulation von Produktionssystemen (Wahl-Fokus) K 5 CP | WZ5264 Wissenschaftli- ches Rechnen mit MATLAB (Wahl - Fokus) M 6 CP | WZ5499 Angewandte tech- nisch-naturwissen- schaftliche Kom- munikation (Wahl - Profil) Portfolio 6 CP | 30/6 |
| 3. Mobilitätsfenster | WZ Bioprozesstechni- sches Seminar (Pflicht) WA 5 CP | LS30020 Forschungsprakti- kum (Wahl - Profil) B 10 CP | LS30025 Praktischer Appa- ratebau in Life Sciences: Ein Projekt im Makerspace (Wahl - Profil) PA 5 CP | WZ5128 Rheologie (Wahl - Fokus) K 5 CP | WZ1338 Modellierung und Simulation disper- ser Systeme (Wahl - Profil) B 5 CP | | 30/6 |
| 4. | WZ5907 Master's Thesis W 30 CP | | | | | | 30/1 |

Legende
 Dunkelblau = Pflichtmodul Master's Thesis
 Grau = Pflichtmodule
 Hellblau = Wahlmodule Fokusbereich Grün = Wahlmodule
 Profilbereich Orange = Wahlmodul Freie-Wahl-Bereich
 SE = Seminar; CP = Credit Points; PL = Prüfungsleistung;
 SL = Studienleistung; K = Klausur (schriftlich) ;
 LL = Laborleistung; PA = Projektarbeit; PRÄ = Präsentation;
 W = wissenschaftliche Ausarbeitung

Aufgrund der verfügbaren 50 CP für Wahlfächer, einschließlich eines anrechenbaren Praktikums, gibt es sehr vielfältige und flexible Möglichkeiten für Studierende sich zu spezialisieren und Fächer aus dem Fokus, Profil und dem gesamten TUM Katalog zu belegen, die hier nicht vollständig aufgeführt werden können.

Die Kataloge werden ständig aktualisiert und erweitert. Aktuelle Informationen sind online auf der [Studiengangsinernetseite](#) und durch das Modulhandbuch abrufbar. Weitere Unterstützung bei der spezifischen Curriculumplanung, der Integration von Industrie und Forschungspraktika oder eines Auslandsaufenthalts wird durch die Fachstudienberatung angeboten.

7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Der Masterstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik wird von der TUM School of Life Sciences, dem Department of Life Science Engineering am Campus Weihenstephan angeboten. Dabei sind Professorinnen und Professoren von allen Bereichen des Departments of Life Science Engineering an der Lehre und Betreuung von Wissenschaftlichen Arbeiten beteiligt. Außerdem werden von der School of Engineering and Design in Garching, dem Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit, der School of Management, München Module in Wahlbereichen angeboten und unterstützt.

Die Fachstudienberatung erfolgt durch das Campus Office in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Bioprozesstechnik.

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 zuständig (s. folgende Übersicht):

- Allgemeine Studienberatung: Studienberatung und -information (TUM CST)
studium@tum.de
 +49 (0)89 289 22245
 bietet Informationen und Beratung für:
 Studieninteressierte und Studierende
 (über Hotline/Service Desk)
- Fachstudienberatung: brewing-foodtec.co@ls.tum.de
 +49 (0)8161 71 6515
- Studienbüro, Infopoint: Campus Office Weihenstephan
campus.office@ls.tum.de
- Beratung Auslandsaufenthalt/
 Internationalisierung: zentral: TUM Global & Alumni Office
internationalcenter@tum.de
 dezentral: Campus Office Weihenstephan
international.co@ls.tum.de
- Frauenbeauftragte: Prof. Aphrodite Kapurniotu
akapurniotu@mytum.de
- Beratung barrierefreies Studium: Servicestelle für behinderte und chronisch kranke
 Studierende und Studieninteressierte (TUM CST)
handicap@zv.tum.de
 +49 (0)89 289 22737
- Bewerbung und Immatrikulation: Bewerbung und Immatrikulation (TUM CST)
studium@tum.de
 +49 (0)89 289 22245
 Bewerbung, Immatrikulation, Student Card,
 Beurlaubung, Rückmeldung, Exmatrikulation

- Eignungsverfahren (EV): zentral: Bewerbung und Immatrikulation (TUM CST)
 dezentral: Campus Office Weihenstephan
 Dr. Sabine Köhler
application.co@ls.tum.de
 +49 (0)8161 71 3336
- Beiträge und Stipendien: Beiträge und Stipendien (TUM CST)
beitragsmanagement@zv.tum.de
 Stipendien und Semesterbeiträge
- Zentrale Prüfungsangelegenheiten: Zentrale Prüfungsangelegenheiten (TUM CST)
 Abschlussdokumente, Prüfungsbescheide,
 Studienabschlussbescheinigungen
- Dezentrale Prüfungsverwaltung: TUM School of Life Sciences;
 Campus Office Weihenstephan
 Team Prüfungsangelegenheiten
examination.co@ls.tum.de
- Prüfungsausschuss: Prof. Dr.-Ing. Heiko Briesen (Vorsitzender)
 Ivan Babic (Schriftführer)
- Qualitätsmanagement
 Studium und Lehre: zentral: Studium und Lehre -
 Qualitätsmanagement (TUM CST)
www.lehren.tum.de/startseite/team-hrs/
 dezentral: Campus Office Weihenstephan
 Team Qualitätsmanagement
qm.co@ls.tum.de
 Organisation QM-Zirkel, Evaluierung, Koordination
 Modulmanagement
- Praktikum: Beratung in allen Fragen der Studienpraxis
 und Praxissemester
<https://www.praktikantenamt-weihenstephan.de/>
 +49 (0)8161 / 71 3710

8 Entwicklungen im Studiengang

Eine strukturelle Vereinheitlichung wurde hinsichtlich der verfahrenstechnischen Ausbildung erreicht. Alle im Studiengangsbündel enthaltenen Studiengänge (Lebensmitteltechnologie, Brauwesen und Getränketechnologie, Pharmazeutische Bioprozesstechnik) beinhalten eine übergreifende, an den verfahrenstechnischen Grundoperationen orientierte Grundausbildung, die durch eine klare fachspezifische Ausbildung (hier: Modul „Bioverfahrenstechnik“) komplettiert wird. Inhaltlich war dies vorher bereits durchaus gegeben, war aber in den unterschiedlichen Studiengängen hinsichtlich der Titel der Module unterschiedlich abgebildet.

In den methodischen Kompetenzen wurde die strukturelle Homogenität über die mit der Pharmazeutischen Bioprozesstechnik verwandten Studiengänge im Studiengangsbündel erreicht. So belegen nun alle Studiengänge des Studiengangsbündels gemeinsam die im Vertiefungsbereich Digitalisierung (siehe Kap 6.2) ausgeführten Module.

Durch bereits umgesetzte, vorhergehende Änderungen in der Bachelorausbildung war die Übertragung bestimmter essentieller Inhalte in das Masterprogramm nötig geworden. Dies wurde bereits bei der Planung der vorhergehenden Bachelorumstellung so bedacht. Konkret wurden die beiden zentralen Module „Verfahrenstechnik“ sowie „Prozessautomation und Regelungstechnik“ in den Master mit angepasster Tiefe übertragen. Unabhängig von der stundenplantechnischen Notwendigkeit der Verschiebung, ist auch hinsichtlich der Komplexität der beiden Themenfelder eine Positionierung im Master zielführend.

Um trotz dieser hinzugekommenen Zusatzmodule größere Wahlfreiheit zur eigenständigen Profilbildung für die Studierenden zu schaffen, wurde bei den weiteren Pflichtinhalten eine starke Priorisierung auf die Kernkompetenzen vorgenommen. So sind beispielsweise die Module „Good Manufacturing Practice“, „Prozess und Anlagentechnik“ und „Proteine: Struktur, Funktion und Engineering“ nicht mehr verpflichtend. Diese Module, die weiterhin einen für den Studiengang besonders geeigneten Kompetenzgewinn bieten, wurden stattdessen im Fokuswahlbereich verankert (siehe Kap 6.4. zur Unterscheidung der verschiedenen Wahlbereiche). Ebenso wurde in allen Studiengängen des Studiengangsbündels einheitlich auf die Verpflichtung zur Durchführung von Industriepraktika verzichtet. Als Wahlmodule sind Industriepraktika entsprechend den Neigungen der Studierenden aber einbringbar. Andere fachspezifische Inhalte, die bislang im Modul „Pharmazeutische Technologie 2“ gelehrt wurden, wurden mit weiteren Inhalten erweitert und werden nun im erweiterten Modul „Vertiefende Kapitel der Bioprozesstechnik“ vermittelt. Das Pflichtmodul „Physikalische Chemie“ wurde aufgegeben, da nach Analyse festgestellt wurde, dass die für den insgesamt angestrebten Kompetenzerwerb des Studiengangs die nötigen Kenntnisse bereits im Modul Thermodynamik im Bachelorstudiengang angelegt wurden.

Alle diese Eingriffe haben dazu geführt, dass den Studierenden deutlich größere Wahlmöglichkeiten zur eigenen Ausgestaltung eines individuellen Studiums geschaffen wurden. Besonders hervorzuheben ist, dass es durch die Priorisierungen gelungen ist, ein Mobilitätsfenster im dritten Fachsemester zu schaffen.