

# Studiengangsdokumentation Ba- chelorstudiengang Pharmazeuti- sche Bioprozesstechnik

Teil A

TUM School of Life Sciences

Technische Universität München

## Allgemeines:

- Organisatorische Zuordnung: TUM School of Life Sciences
- Bezeichnung: Pharmazeutische Bioprozesstechnik
- Abschluss: Bachelor (B.Sc.)
- Regelstudienzeit und Credits: 8 Fachsemester und 180 Credit Points (CP)
- Studienform: Vollzeit
- Zulassung: zulassungsfrei
- Starttermin: Wintersemester (WiSe) 2019/2020
- Sprache: Deutsch
- Hauptstandort: Freising
- Studiengangverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Heiko Briesen
- Ansprechpersonen bei  
Rückfragen zu diesem Dokument: Team Qualitätsmanagement  
[qm.co@ls.tum.de](mailto:qm.co@ls.tum.de)
- Stand vom: 25.11.2021

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Studiengangsziele</b> .....	<b>4</b>
1.1	Zweck des Studiengangs .....	4
1.2	Strategische Bedeutung des Studiengangs .....	4
<b>2</b>	<b>Qualifikationsprofil</b> .....	<b>7</b>
2.1	Kompetenzen in den Ingenieurwissenschaften .....	7
2.2	Kompetenzen in der produktbezogenen Spezialisierung .....	7
2.3	Kompetenzen in der Forschung & Entwicklung .....	8
2.4	Sozial- und Selbstkompetenzen .....	8
<b>3</b>	<b>Zielgruppen</b> .....	<b>9</b>
3.1	Adressatenkreis .....	9
3.2	Vorkenntnisse .....	9
3.3	Zielzahlen .....	10
<b>4</b>	<b>Bedarfsanalyse</b> .....	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Wettbewerbsanalyse</b> .....	<b>13</b>
5.1	Externe Wettbewerbsanalyse .....	13
5.2	Interne Wettbewerbsanalyse .....	14
<b>6</b>	<b>Aufbau des Studiengangs</b> .....	<b>15</b>
6.1	Naturwissenschaftliche Grundlagen .....	15
6.2	Ingenieurwissenschaften .....	16
6.3	Bioprozesstechnik .....	17
6.4	Bachelor's Thesis .....	18
6.5	Mobilitätsfenster .....	19
<b>7</b>	<b>Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten</b> .....	<b>21</b>

# 1 Studiengangsziele

## 1.1 Zweck des Studiengangs

Das Ziel des Studiengangs Pharmazeutische Bioprozesstechnik ist die Ausbildung von Ingenieuren für die biotechnologische und pharmazeutische Produktion, die nicht nur ingenieur-wissenschaftliches Fachwissen haben, sondern auch die besonderen Anforderungen im Umgang mit biologischen und pharmazeutischen Produkten und lebenden Organismen kennen.

Seit mehreren Jahrzehnten werden zunehmend Erkenntnisse der Biologie und Biochemie für industrielle Produktionsverfahren genutzt. Bakterielle Stoffwechselwege können beispielsweise zur gezielten Herstellung von technisch nutzbaren Proteinen eingesetzt werden. Neue Möglichkeiten, Substanzen mit Hilfe von biotechnologischen Prozessen – auch im industriellen Maßstab – herzustellen, ergeben sich daraus. 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 deutlich umweltfreundlicher als vergleichbare chemische Prozesse ablaufen. Zudem sind viele komplexe, spezifisch im menschlichen Körper einsetzbare Verbindungen wie z.B. Hormone, Enzyme, Impfstoffe und Antikörper klassisch chemisch nicht synthetisierbar, sondern müssen grundsätzlich biotechnologisch produziert werden. Aus diesem Grund stellt die Biotechnologie eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts mit Wachstumspotential und zunehmender wirtschaftlicher Bedeutung dar. Demnach steigt auch der Bedarf an qualifizierten Fachkräften, die sich nicht nur durch hervorragende Kenntnisse im Bereich Biotechnologie und Ingenieurwissenschaften auszeichnen, sondern vor allem um die besonderen Anforderungen bei der Produktion von Arzneistoffen, Arzneimitteln und Hilfsstoffen für Arzneimittel wissen. Vor allem die forschende Pharmaindustrie ist zunehmend auf biotechnologisch ausgebildete Absolventen angewiesen, da der steigende Anteil an Biologika auf dem Pharmamarkt nicht fundiert mit dem bestehenden Personal bearbeitet werden kann. Der Bachelorstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik verknüpft deshalb eine fundierte naturwissenschaftliche Grundausbildung mit ingenieurwissenschaftlichem Knowhow und modernen, praxisnahen Vertiefungsmöglichkeiten.

## 1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

Seit über 150 Jahren werden in Weihenstephan Brauingenieure ausgebildet. Die Ausbildung beruht auf der Verbindung von Prozesstechnik und dem gezielten Einsatz von Mikroorganismen zur Erzeugung eines Produkts. Letzteres wird heutzutage biotechnologische Produktion genannt, vor 150 Jahren schlicht Gärung. Die Kombination aus biotechnologischer Produktion und fundierten Verfahrenstechnikenkenntnissen ist in Weihenstephan konsequent weiterentwickelt worden. Die Ausbildung des Brauers an der TUM ist heutzutage ein modernes universitäres Ingenieursstudium.

Die biotechnologische, industrielle Produktion steht jedoch nicht nur im Mittelpunkt des Brauwesens, sondern wird mittlerweile in vielen Gebieten genutzt. Die wichtigsten sind laut dem Branchenverband Biotechnologie die biotechnologische Produktion von

1. Lebensmitteln,
2. Getränken,

3. Arzneimitteln,
4. Chemikalien,
5. Pflanzen und Saatgut,
6. sowie die Nutzung der Biotechnologie in der Abfallwirtschaft.

Durch diese 150-jährige Tradition ist die TUM daher in diesem wachsenden Wissenschaftszweig der Biotechnologie gut aufgestellt:

Für Studieninteressierte der Bereiche Produktion von Chemikalien und Abfallwirtschaft eignen sich die Studiengänge Chemieingenieurwesen, Chemische Biotechnologie und Industrielle Biotechnologie. Die biotechnologische Nutzung von Pflanzen dagegen wird zu unterschiedlichen Teilen in den Studiengängen Biologie, Agrarwissenschaften und Gartenbauwissenschaften, sowie Molekulare Biotechnologie behandelt.

Das riesige Gebiet der Nutzung der Biotechnologie zur Erzeugung von Getränken, Lebensmitteln und Arzneimitteln wird aber nur von der SFBL in den Studiengängen Brauwesen und Getränketechnologie, Lebensmitteltechnologie und Pharmazeutische Bioprozesstechnik abgedeckt. Eine Unterscheidung in drei einzelne Studiengänge ist hierbei sinnvoll, da sich sowohl die Prozesse und Technologien als auch die Rahmenbedingungen in allen drei Sektoren stark unterscheiden:

Im Studium Brauwesen und Getränketechnologie stehen schon früh die traditionellen Rohstoffe der Bierherstellung im Mittelpunkt. Allerdings werden auch die internationalen Braumethoden in die Ausbildung mit einbezogen, um die Studierenden auf einen weltweiten Einsatz vorzubereiten. Im Gegensatz zu vielen allgemeinbildenden Studiengängen werden hier die Studierenden intensiv auf ihr spezielles Berufsbild vorbereitet und unterstützen die ausgeprägte deutsche Tradition der Bierherstellung.

Im Studiengang Lebensmitteltechnologie werden dagegen auch feste Produkte (z.B. Backwaren, Käse, Fleischprodukte, etc.) intensiv beleuchtet und die speziellen Herausforderungen, die feste Lebensmittel an die Verarbeitungsprozesse stellen. Die Studierenden der Lebensmitteltechnologie werden bereits zu Beginn des Studiums mit den vielfältigen Prozessen zur Herstellung, Verarbeitung und Haltbarmachung von Lebensmitteln bekannt gemacht. Des Weiteren werden die verschiedenen Inhalts- und Zusatzstoffe der Lebensmittel sowie deren Produktstrukturen thematisiert.

Im Studiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik sind die Produkte keine Genussmittel, sondern gesetzlich stark regulierte hochwirksame Stoffe, die unter komplett anderen Bedingungen als Lebens- und Genussmittel und mit spezifischen Prozessen hergestellt werden müssen. In diesem Studiengang wird auch der Einsatz von genetisch veränderten Mikroorganismen behandelt. Ein weiterer wichtiger Bestandteil der Ausbildung ist das gesetzlich vorgeschriebene Qualitätsmanagement, das weit über die übliche Qualitätskontrolle in der Lebensmittelindustrie hinausgeht.

Somit werden alle wichtigen Gebiete der biotechnologischen Produktion in den aktuell an der SFBL und an der TUM angebotenen Studiengängen abgedeckt. Gemeinsame Schwerpunkte der Ausbildung aller drei Studiengänge der SFBL sind dabei eine umfassende naturwissenschaftliche Grundausbildung sowie fundierte Kenntnisse im ingenieurwissenschaftlichen Bereich.

Um jedoch ein ausreichend fundiertes Ausbildungsniveau mit entsprechender Tiefe für jede dieser sehr speziellen Fachrichtungen zu erreichen, beginnt die fachspezifische Ausbildung bereits im

zweiten und dritten Semester. Die erforderlichen Kompetenzen werden hierbei sukzessive aufgebaut. So kann eine Qualifikation fürs Berufsleben trotz der hohen produktspezifischen Anforderungen bei der Herstellung von Lebensmitteln, Getränken oder Pharmazeutika bereits im Bachelor erreicht werden.

Die Eingliederung der SFBL in das WZW bietet einen besonderen Vorteil für die Ausbildung von Bioprozesstechnikern. Am Campus WZW ist ein fächerübergreifendes Wissen zu Life Sciences, vor allem Mikrobiologie, Biochemie und molekularer Biotechnologie vorhanden. Aufgrund dieser Bündelung der Kompetenzen, die für Pharmazeutische Bioprozesstechnik nötig sind, können hier zeitgemäß qualifizierte Absolventen ausgebildet werden. Synergien ergeben sich außerdem aus dem Wissen der verwandten Fachgebiete Lebensmitteltechnologie und Brauwesen sowie der guten Zusammenarbeit mit der Fakultät für Maschinenwesen in Garching und der medizinischen Fakultät in München für einzelne Lehrveranstaltungen.

Die Vernetzung der einzelnen Studiengänge der SFBL untereinander ermöglicht den Studierenden einen Einblick in unterschiedliche Sparten der biotechnologischen Industrie. Dadurch kann der Bachelorstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik mit jedem der drei an der SFBL angebotenen Masterstudiengänge kombiniert werden. Das Ausbildungskonzept der Studiengänge der SFBL ist auf eine konsekutive Belegung der Bachelor- und Masterstudiengänge ausgelegt, um in 10 Semestern die notwendigen Kompetenzen aufbauen zu können. Es ist möglich, die universitäre Ausbildung mit dem Bachelor-Abschluss zu beenden, wird jedoch von der SFBL nicht empfohlen.

## 2 Qualifikationsprofil

Nach Abschluss des Bachelorstudiengangs sind die Studierenden fähig, ihr angeeignetes Fachwissen aus verschiedenen Bereichen problemlösungsorientiert anzuwenden. Nachfolgend sind die Kompetenzen, die Absolventen nach einem erfolgreichen Bachelorabschluss vorweisen können, aufgeführt.

### 2.1 Kompetenzen in den Ingenieurwissenschaften

Die Absolventen sind in der Lage

- herkömmliche Produktionsanlagen zu planen (z.B. Fermenter, Abfüllanlagen, Verpackungslinien etc.), einzurichten und in Zusammenarbeit im Team an neue Fragestellungen anzupassen
- Versorgungseinrichtungen von Industriebetrieben zu planen und zu überwachen (z.B. Wärme- und Kälteversorgung)
- verfahrenstechnische Grundoperationen (z.B. Förderung von Flüssigkeiten und Feststoffen, Wärmeübertragung, Separationsprozesse etc.) mathematisch zu beschreiben, auf konkrete Produktionsprozesse anzuwenden und auf individuelle Anforderungen abzustimmen
- Mischvorgänge und Strömungsprofile zu beschreiben und zu charakterisieren

### 2.2 Kompetenzen in der produktbezogenen Spezialisierung

Die Absolventen sind in der Lage

- biotechnologische Erzeugnisse (z.B. pharmazeutische Wirkstoffe) gemäß den gesetzlichen und hygienischen Vorgaben herzustellen
- die grundlegenden zur Herstellung von unterschiedlichen biotechnologischen Produkten erforderlichen Prozessschritte zu verstehen und an die jeweiligen Anforderungen anzupassen
- größtmöglichen Produktschutz bei industriellen biotechnologischen Prozessen einzuhalten und zu gewährleisten
- biotechnologische und pharmazeutische Prozesse statistisch zu überwachen
- biotechnologische Erzeugnisse (z.B. Proteine, Vitamine etc.) qualitativ und quantitativ zu charakterisieren
- Ausgangsprodukte und Endprodukte biotechnologischer Verfahren mikrobiologisch, chemisch-technisch und strukturell zu beurteilen
- gängige biotechnologische Methoden anzuwenden, um mit Hilfe von Mikroorganismen Arzneistoffe herzustellen
- Qualitätsmanagementaufgaben im herstellenden Betrieb zu übernehmen
- geeignete Maßnahmen zur Produktsicherheit auszuwählen und zu implementieren

- Wirkmechanismen von verschiedenen Pharmazeutika zu beschreiben
- verschiedene für die Pharma- und Kosmetikindustrie typische Technologien zu identifizieren und diese anzuwenden (z.B. Herstellung von Salben und Cremes)

## 2.3 Kompetenzen in der Forschung & Entwicklung

Die Absolventen sind in der Lage

- im Labor gemäß den Sicherheitsvorschriften zu arbeiten
- theoretische naturwissenschaftliche Kenntnisse auf konkrete praktische Fragestellungen anzuwenden
- im betrieblichen Team multidisziplinär konstruktiv zu kooperieren
- experimentelle Arbeiten gemäß dem Stand der Technik unter Anleitung durchzuführen, sowie gewonnene Ergebnisse zu reflektieren, strukturieren, dokumentieren und in einer Präsentation vorzustellen
- wissenschaftlich zu recherchieren und die Qualität der Quellen situationsbezogen zu reflektieren

## 2.4 Sozial- und Selbstkompetenzen

Die ersten Industrieerfahrungen erhalten die Studierenden schon im Rahmen des vor dem Studium abzuleistenden, verpflichtenden Berufspraktikums. Hier bekommen sie einen ersten Einblick in ihren gewählten Industriebereich, lernen charakteristische Arbeitsweisen kennen und können diese interdisziplinär mit ihrem Bachelorabschluss verbinden. Dadurch können sie während des Studiums ein berufliches Selbstbild durch eine gezielte Schärfung des eigenen Profils mit Hilfe des Wahlbereiches entwickeln. 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 Praktika und Seminaren während des Studiums, die in der Regel in Gruppen durchzuführen sind, erwerben die Studierenden die Fähigkeit, Problemstellungen im Team zu lösen und eignen sich Kommunikationsfähigkeit und Teamgeist an. Durch das Besuchen der Seminare erlernen die Studierenden zudem sich sach- und fachbezogen mit Wissenschaftlern, Industrievertretern und Kommilitonen auszutauschen. 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 zum Erfolg führenden Lösungsprozess entwickeln. Im Rahmen der Bachelor's Thesis erlangen die Studenten die Fähigkeit, gewonnene Ergebnisse zu strukturieren und in einer Präsentation zu diskutieren. Sie lernen wissenschaftliche Arbeitsweisen kennen und können entsprechende Problemstellungen unter Anleitung formulieren und lösen. Eine ausdauernde und zielstrebige Arbeitsweise führt zu einem erfolgreichen Abschluss des Studiums.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, im Rahmen von studentischen Aktivitäten (z.B. durch Tätigkeiten in der Fachschaft oder in der Weihenstephaner Industrierunde) Engagement und Verantwortungsbewusstsein zu beweisen. Die Teilnahme an TUM-weiten Vereinigungen und Arbeitsgruppen kann den Studierenden einen breiten Blick auf überfachliche Interessensfelder vermitteln.

## 3 Zielgruppen

### 3.1 Adressatenkreis

Der Studiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik richtet sich an Studienanfänger mit großem Interesse an naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Sachverhalten, sowie Freude an der Lösung interdisziplinärer Problemstellungen. Vorteilhaft sind daher ein ausgeprägtes Interesse an Biologie, Chemie, Mathematik, Physik, sowie die Fähigkeit zum fächerübergreifenden Transferdenken.

Eine Begeisterungsfähigkeit für alle Stufen der pharmazeutischen Wertschöpfungskette – vom Molekül bis zum vermarktbaren Medikament – wird erwartet. Zukünftige Pharmazeutische Bioprozesstechniker sollten willens sein, fachübergreifend im Team zu arbeiten, um in einem gesetzlich stark regulierten Industriezweig dennoch innovativ arbeiten zu können. Dazu bedarf es der Bereitschaft, die Vielzahl der bestehenden Regeln detailliert einzuhalten und neue Regeln für den Betrieb klar zu definieren.

Sauberes, sehr präzises Arbeiten und Planen der Aktivitäten ist für die spätere Tätigkeit des Pharmazeutischen Bioprozesstechnikers essentiell. Sowohl die Prozesse als auch sämtliche Ausrüstung und Anlagen, die für die pharmazeutische Produktion verwendet werden, müssen (mehr als in anderen Sparten der biotechnologischen Produktion) detailliert dokumentiert, kalibriert, gewartet, qualifiziert und validiert werden. Daher müssen die Bewerber dieses Studiengangs fähig sein sehr sorgfältig, detailgenau und geplant vorzugehen, wenn sie in diesem Umfeld arbeiten möchten.

### 3.2 Vorkenntnisse

#### 3.2.1 Grundvoraussetzungen

Grundvoraussetzung für den Beginn des Bachelorstudiums Pharmazeutische Bioprozesstechnik ist eine allgemeine Hochschulzugangsberechtigung. Ansonsten ist der Studiengang nicht zulassungsbeschränkt.

#### 3.2.2 Sprachkenntnisse

Da die Vorlesungen fast ausschließlich in deutscher Sprache abgehalten werden, werden Studieninteressierte angesprochen, die 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.

Von den Studienbewerbern wird erwartet, dass sie die Fähigkeit zum abstrakten, logischen und systemorientierten Denken mitbringen. Ferner sind gute Englischkenntnisse sehr hilfreich, da Fachliteratur häufig nur in englischer Sprache zur Verfügung steht. Studierende mit Defiziten in diesem Bereich können im Rahmen des Wahlprogramms ihre Englischkenntnisse verbessern.

### 3.2.3 Berufspraktikum

Vor Beginn des Studiums ist eine sechswöchige, fachlich einschlägige berufspraktische Tätigkeit in einem anerkannten Industriebetrieb im In- oder Ausland gefordert. Der Nachweis erfolgt über ein qualifiziertes Praktikumszeugnis. Über die alternative Anerkennung einer erfolgreich abgeschlossenen pharmazeutisch- oder biologisch-orientierten Berufsausbildung entscheidet der Prüfungsausschuss auf Antrag. Während des Studiums müssen die Studierenden ein weiteres Praktikum im Umfang von sechs Wochen (10 ECTS) durchführen.

Das Berufspraktikum ist ein wichtiger Bestandteil des Studiengangs und zentrales Element der praktischen Ausbildung. Speziell durch das Praktikum vor dem Studium erhalten die Studierenden erste Einblicke in den gewählten Industriebereich und können für sich selber die Eignung der Berufswahl überprüfen. Durch das gesamte Berufspraktikum erhalten die Studierenden einen tiefgehenden Einblick in ihren Fachbereich sowie die Pharmabranche und lernen Arbeitsabläufe sowie fachspezifische Unternehmensstrukturen kennen. Sie kommen mit der biotechnologischen Produktion und zugehörigen Maschinen in einem großtechnischen Maßstab in Berührung und erfahren dadurch unmittelbar die industrielle Herstellung von Arzneimitteln. Der Teil des Berufspraktikums, der während des Studiums zu absolvieren ist, trägt darüber hinaus – je nach Auswahl des Tätigkeitsbereichs/-betriebs im Praktikum (z.B. Anlagenbauer, Zulieferindustrie oder Pharmaindustrie) auch stark zur individuellen Profilbildung der Studierenden bei. Sie können sich somit bezüglich ihres Berufszieles orientieren und mit Hilfe der Einblicke in verschiedene Themenfelder optimal ihre Spezialisierung im Wahlbereich des Studiums planen.

### 3.3 Zielzahlen

Die Studienfakultät Brau- und Lebensmitteltechnologie strebt im Bachelorstudiengang eine mittlere Anfängerzahl von 50 - 70 Studierenden an. Eine Grundlagen- und Orientierungsprüfung im ersten Studienjahr hilft den Studierenden, bereits nach kurzer Zeit ihre eigene Eignung für den gewählten Studiengang festzustellen.

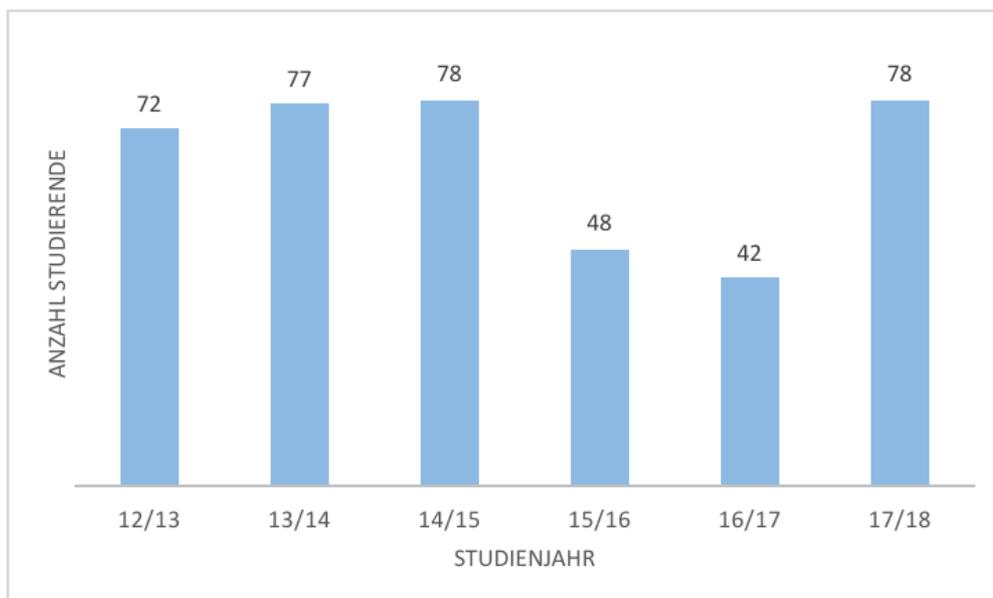


Abbildung 1: Anfängerzahlen des Bachelorstudiengangs Bioprosesstechnik vom Studienjahr 2012/2013 bis einschließlich 2017/2018

Die Anfängerzahlen im Bachelorstudiengang Bioprozesstechnik zeigen sich relativ stabil (Abbildung 1). Schwache Jahrgänge im Betrachtungszeitraum gehen zugunsten der anderen grundständigen Studiengänge der SFBL, die in den entsprechenden Wintersemestern gestiegene Anfängerzahlen verzeichneten. Da die drei interdisziplinären Studiengänge der SFBL eine ähnliche Zielgruppe ansprechen, ist die letztendliche Entscheidung für eine der Fachrichtungen erfahrungsgemäß oft beeinflusst durch aktuelle „Modeerscheinungen“: Beispielsweise entschieden sich im Jahr 2016, als dem 500jährigen Jubiläum des deutschen Reinheitsgebotes große mediale Präsenz eingeräumt wurde, überdurchschnittlich viele Bewerber für den Bachelorstudiengang Brauwesen und Getränke-technologie, während der Bachelorstudiengang Bioprozesstechnik einen leichten Einbruch bei den Anfängerzahlen verzeichnete.

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

## 4 Bedarfsanalyse

Die Anzahl der Beschäftigten in der Biotechnologie- und Pharmabranche steigt nach wie vor. Zwischen 2010 und 2015 hat die Zahl der Beschäftigten in der Pharmabranche um 10% auf ca. 130.000 zugenommen (Pharma-Daten des Bundesverbands der Pharmazeutischen Industrie 2016). In der Biotechnologiebranche hat die Zahl der Beschäftigten in Deutschland zwischen 2008 und 2017 sogar um 15% auf über 20.000 zugenommen. Derzeit arbeiten hierzulande 615 Unternehmen rein biotechnologisch. Dazu kommen 137 Firmen, die der Biotechnologie-Branche zuarbeiten (The German Biotechnology Sector 2017). Über die Hälfte dieser Unternehmen arbeitet im medizinischen und pharmazeutischen Sektor. Weltweit sind derzeit über 200.000 Menschen in der Biotechnologie-Branche angestellt, die im Jahr 2016 einen Umsatz von ca. 139 Milliarden US\$ gemacht hat (statista.com). Sowohl in direkter Nähe zur TUM (Biocluster München und Regensburg) als auch weltweit (biotechnologische Großindustrie) wird daher Knowhow in biotechnologischer Produktion stark nachgefragt. Absolventen der Pharmazeutischen Bioprozesstechnik sind durch die breitgefächerte Ausbildung vielfältig einsetzbar. Ihre Kernaufgaben liegen in der 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 Bioprozesse benötigt und im pharmazeutischen Anlagenbau nachgefragt, denn die klassisch ausgebildeten Ingenieure der Anlagenbauer können diese Problemstellungen meist nicht adäquat bedienen. Ein wachsender Markt im Pharmaumfeld ist auch die korrekte Dokumentation in Anlagenqualifizierung und -validierung, wofür die Studierenden während ihrer Ausbildung sensibilisiert werden. Künftige Arbeitgeber für Pharmazeutischen Bioprozesstechniker können daher sowohl Anlagenbauer für die biotechnologische und Pharmaindustrie als auch Hersteller von Arzneistoffen, Kosmetika, Nahrungsergänzungsmitteln, Arzneimitteln oder anderen biotechnologisch hergestellten Produkten sein. Dabei kommen sowohl Firmen im In- als auch im Ausland in Frage.

Während die Bachelorabsolventen hauptsächlich Beschäftigung in Tätigkeitsfeldern mit mehr Routinen wie Qualitätssicherung und Produktion finden, werden die Absolventen des aufbauenden Masterstudiums auch bei der Planung von Prozessen und Anlagen sowie in der Forschung und Entwicklung eingesetzt. Nahezu alle Absolventen des Bachelors Pharmazeutische Bioprozesstechnik schließen das konsekutive Masterstudium an, um erst im Anschluss daran den Arbeitsmarkt zu betreten. Diese Vorgehensweise wird seitens der Studienfakultät im Hinblick auf einen optimalen Berufseinstieg empfohlen. Aufgrund der sehr guten Reputation des Wissenschaftszentrums Weihenstephan und der in ihm beheimateten interdisziplinären Studiengänge der SFBL haben Absolventen des Bachelorstudiengangs Bioprozesstechnik sehr gute Chancen auf dem Arbeitsmarkt.

## 5 Wettbewerbsanalyse

### 5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Einen Bachelorstudiengang mit der Bezeichnung „Pharmazeutische Bioprozesstechnik“ führt derzeit im deutschlandweiten Vergleich nur die TU München.

Ähnliche Studiengänge mit ingenieurwissenschaftlicher Ausrichtung werden von den folgenden Universitäten angeboten:

- B.Sc. Bioingenieurwesen - TU Dortmund
- B.Sc. Bioverfahrenstechnik - Technische Universität Hamburg
- B.Sc. Bio- und Chemieingenieurwissenschaften - Technische Universität Kaiserslautern
- B.Sc. Chemie- und Bioingenieurwesen – Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
- B.Sc. Life Science Engineering - Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
- B.Sc. Biosystemtechnik – Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- B.Sc. Bio-, Chemie- und Pharmaingenieurwesen – TU Braunschweig

Alle diese Studiengänge vermitteln neben naturwissenschaftlichen Grundlagen auch ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse und Fähigkeiten. Bei den Bachelorstudiengängen Bioingenieurwesen (TU Dortmund), Bioverfahrenstechnik (Technische Universität Hamburg), Bio- und Chemieingenieurwissenschaften (Technische Universität Kaiserslautern) und Chemie- und Bioingenieurwesen (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg) fehlt jedoch der direkte Bezug der Studieninhalte zur pharmazeutischen Industrie, der einen der Hauptmerkmale des Studiums der Pharmazeutische Bioprozesstechnik darstellt. Bei den Studiengängen B.Sc. Life Science Engineering (Universität Erlangen – Nürnberg) und B.Sc. Biosystemtechnik (Universität Magdeburg) finden sich Möglichkeiten der Spezialisierung in diesem Bereich. Als größter Konkurrent im nationalen Vergleich ist die TU Braunschweig mit dem grundständigen Studiengang Bio-, Chemie- und Pharmaingenieurwesen zu sehen, da sie das Pharmaingenieurwesen als Spezialisierung eindeutig ausgewiesen und im Studienplan verpflichtend umgesetzt hat. Durch die geographische Distanz existiert hierbei jedoch kein direkter Wettbewerb, sondern eine partnerschaftliche Koexistenz.

Ähnliche, fachlich stärker naturwissenschaftlich ausgerichtete Studiengänge sind:

- B.Sc. Molekulare Biotechnologie – Universität Bielefeld
- B.Sc. Biotechnologie – TU Braunschweig

Während beim Bachelorstudiengang Molekulare Biotechnologie der Universität Bielefeld, der die Schwerpunkte der Ausbildung in die Bereiche Bioprozesstechnik, Molekularbiologie und (Bio)Informatik legt, die Vermittlung der ingenieurwissenschaftlichen Kompetenzen weitgehend fehlt, ist beim B.Sc. Biotechnologie der TU Braunschweig Verfahrenstechnik Teil des Curriculums. Die Spezialisierung erfolgt in Braunschweig in Zellbiologie, Molekularbiologie und Bioprozesstechnik. Aber auch hier fehlt bei beiden Studiengängen die fachliche Spezialisierung in Richtung der pharmazeutischen Industrie.

## 5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

Es gibt an der TU München keinen vergleichbaren Bachelorstudiengang, der Natur- und Ingenieurwissenschaften zu gleichen Teilen lehrt und zusätzlich mit einer pharmazeutisch-orientierten Spezialisierung ausgestattet ist. Am nächsten verwandt sind die grundständigen Studiengänge der SFBL. Weite Teile der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen werden in dem Studiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik zusammen mit den Studiengängen Brauwesen und Getränke-technologie sowie Lebensmitteltechnologie insbesondere in den frühen Phasen des Studiums belegt. Trotz der Verwandtschaft und der strukturellen und inhaltlichen Ähnlichkeit in den ersten Semestern, ergibt sich im Laufe des Studiums eine Spezialisierung in der gewählten Fachrichtung. Die im Bachelorstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik gelehrt pharmazeutischen Studieninhalte finden sich ausschließlich in diesem wieder und ermöglichen so eine eindeutige fachliche Abgrenzung. Diese Ausrichtung wurde von der Industrie nachgefragt und wird von den Studienanfängern als Option wahrgenommen.

Der in Straubing angebotene Bachelorstudiengang Chemische Biotechnologie zeigt hier schon größere fachliche Abweichungen. Dieser stärker chemisch-verfahrenstechnisch ausgerichtete Studiengang verbindet biochemische, chemische, mikrobiologische und verfahrenstechnische Methoden, jedoch liegt der Fokus hier auf der biotechnologischen Herstellung organischer Grund- und Feinchemikalien zur Energieversorgung. Die Anforderungen und Aspekte der pharmazeutischen Industrie finden keine Beachtung.

Der Bachelorstudiengang Chemieingenieurwesen der Fakultät für Chemie vermittelt neben natur- und ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen auch Detailwissen über technische Verfahren im Hinblick auf die chemische Produktion. Viele Biomakromoleküle entziehen sich jedoch dieser Produktionsweise, so dass erst mit den modernen biosynthetischen Methoden die Herstellung der benötigten Mengen dieser Substanzen möglich geworden ist. Die hierfür notwendigen biomolekularen Kenntnisse, die im Bachelorstudiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik vor allem im Rahmen mikrobiologischer und molekularbiologischer Spezialvorlesungen vermittelt werden, fehlen in diesem Studium fast vollständig. Sie 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.

Aspekte der Biotechnologie, die im Studiengang Chemieingenieurwesen fehlen, bilden die Kernkompetenz des Bachelorstudiengangs Molekulare Biotechnologie der Studienfakultät Biowissenschaften am WZW. Dieser klar naturwissenschaftlich ausgerichtete Studiengang beschäftigt sich in erster Linie mit der Struktur und Funktion von Biomolekülen und weniger mit Herstellungsprozessen und dem damit verbundenen technischen Know-How. Demnach fehlt hier vollständig die Vermittlung anwendungsorientierter und ingenieurwissenschaftlicher Kenntnisse, die für das Verständnis von Produktionsprozessen und den damit verbundenen technischen Anforderungen von Nöten sind. Zudem fehlt auch hier die konzentrierte Spezialisierung auf die Herstellung biopharmazeutischer Produkte und deren Anforderungen.

## 6 Aufbau des Studiengangs

Der interdisziplinäre, deutschsprachige Studiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik ist als Vollzeitstudium mit Beginn im Wintersemester ausgelegt. Die Regelstudienzeit beträgt 6 Semester. Der Umfang der zu erbringenden Studien- und Prüfungsleistungen beträgt 180 Credits. 155 Credits sind aus vorgeschriebenen Pflichtlehrveranstaltungen zu erbringen, mindestens 25 Credits können aus Wahlmodulen frei zusammengestellt werden. Es ist gewährleistet, dass Pflichtveranstaltungen überschneidungsfrei besucht werden können.

Um die Studierenden auf Ihre zukünftige Tätigkeit in Industrie und Forschung entsprechend vorzubereiten, werden sie schrittweise von den Grundlagen in Ihre Spezialisierung geleitet. Der zusammenhängende und konsekutive Aufbau der Kernkompetenzen erfolgt über alle Semester hinweg und wird durch einen hohen Anteil an Pflichtveranstaltungen mit vorgegebener Abfolge im Studienplan realisiert.

Das Bachelorstudium ist dabei prüfungsrechtlich in die zwei folgenden Abschnitte untergliedert:

- Grundlagen- und Orientierungsprüfung (32 Credits) (1.-2. Semester)
- Bachelorprüfung (148 Credits) (3.-6. Semester)

Der strukturelle Aufbau des Bachelorstudiengangs ist in Abbildung dargestellt.

### 6.1 Naturwissenschaftliche Grundlagen

Um die ingenieurwissenschaftlichen und bioprozesstechnischen Module ab dem zweiten Studienjahr verstehen zu können, werden in den ersten beiden Semestern des Studiums der Pharmazeutischen Bioprozesstechnik naturwissenschaftliche Grundlagen (grün markierte Module in Abbildung) vermittelt. Die naturwissenschaftliche Grundlagenausbildung erfolgt im ersten Studienjahr im Rahmen der Grundlagen- und Orientierungsprüfung (GOP). Zudem sollen die Studierenden in diesen Grundlagenmodulen feststellen, ob sie für den Studiengang Pharmazeutische Bioprozesstechnik geeignet sind.

Die Module **Physik 1+2** und **Höhere Mathematik** legen die Grundlagen für die später folgenden ingenieurwissenschaftlichen Module. Die Schwerpunkte in Physik liegen dabei auf der grundlegenden Mechanik, der Elektrotechnik, der Wärmelehre und der Optik und sind damit Ausgangspunkt mechanischer und thermodynamischer Betrachtungen. Die Höhere Mathematik stellt das mathematische Handwerkszeug für die Ingenieurwissenschaften und die Thermodynamik bereit.

Im Modul **Anorganische Chemie** werden den Studierenden die chemischen Grundlagen der Reaktionskinetik und der Atommodelle vermittelt, die gerade für die **organische Chemie** und **Biochemie** essentiell sind. Abgerundet werden die Grundlagenmodule durch das Modul **Molekularbiologische Methoden**. Dabei werden den Studierenden der Aufbau und die Funktion von lebenden Zellen, sowie grundlegende Mechanismen der Genetik verdeutlicht. Dieses Wissen wird in der allgemeinen **Mikrobiologie** und der **Molekularen Biotechnologie** aufgegriffen.

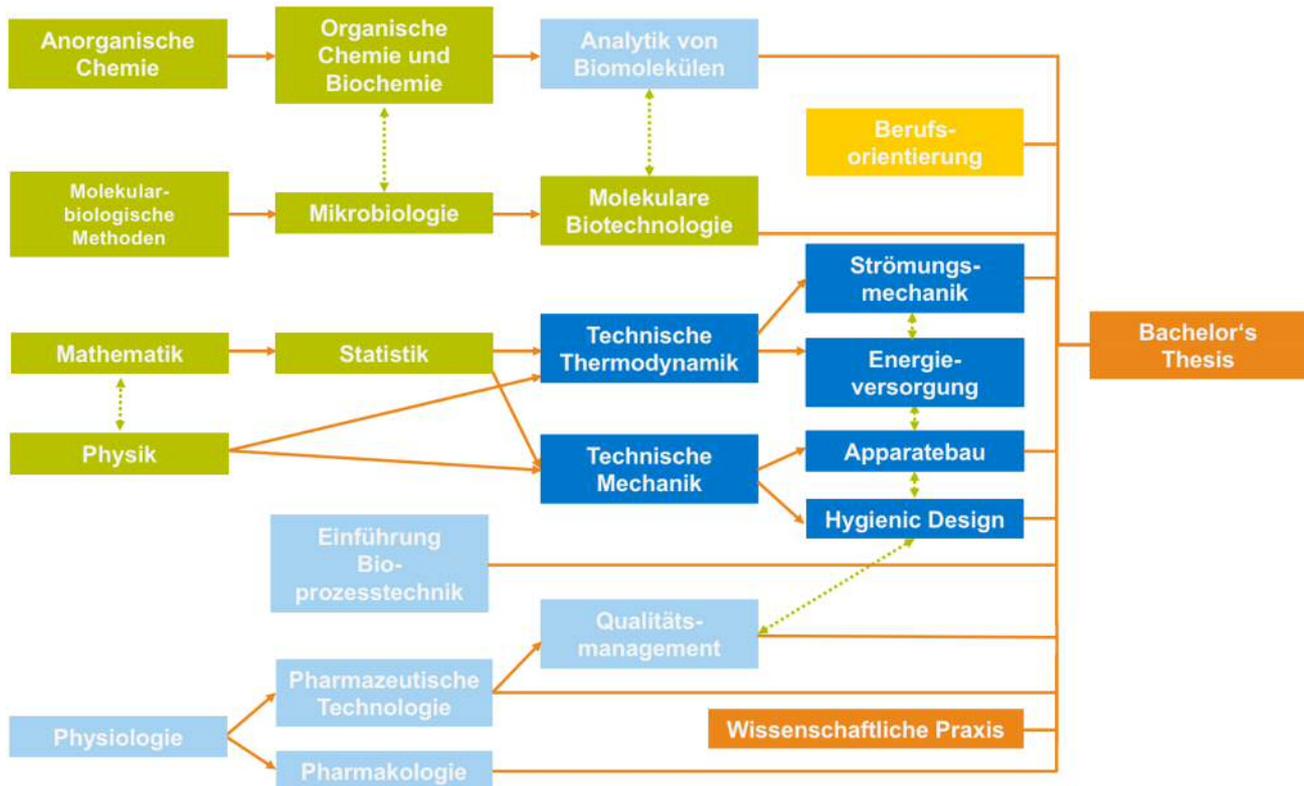


Abbildung 2: Aufbau des Studiums Pharmazeutische Bioprozesstechnik (gestrichelte Pfeile markieren starke Synergien zwischen den betreffenden Modulen)

Die Grundlagen- und Orientierungsprüfung wird bei diesem Studiengang anstatt einer Zugangskontrolle eingesetzt. Mittels der GOP wird sichergestellt, dass alle Studierenden am Ende des 2. Semesters in der Lage sind, den spezialisierten Modulen zu folgen, unabhängig davon, welche Fächer in ihrer schulischen Ausbildung wie stark vertieft wurden. Alle Prüfungen innerhalb dieser GOP müssen zum vorgesehenen Zeitpunkt angetreten werden und dürfen nur einmal wiederholt werden.

## 6.2 Ingenieurwissenschaften

Die Ingenieurwissenschaften (dunkelblau markierte Module in Abbildung 2) sind einer der Schwerpunkte des Bachelorstudiengangs Pharmazeutische Bioprozesstechnik. Ausgangspunkt für alle ingenieurwissenschaftlichen und prozesstechnischen Betrachtungen ist die **Technische Mechanik**. Dieses Modul steht am Beginn der Bachelorprüfung. Hier werden die mechanischen Betrachtungsweisen aus der Physik aufgegriffen und anhand von statischen und dynamischen Problemstellungen vertieft.

Bei der Auslegung von Anlagen für die biotechnologische, chemische und pharmazeutische Industrie, eines der Hauptberufsfelder der Absolventen, ist die Betrachtung fluiddynamischer Systeme unabdingbar. Berechnung und Auslegung solcher Systeme werden im Modul **Strömungsmechanik** erlernt. Die Betrachtung beschränkt sich hier allerdings auf Newtonsche Fluide und deren Strömungsverhalten - eine Vereinfachung der meist auftretenden Realbedingungen. Parallel zur Auslegung von Rohrleitungen in der Strömungsmechanik werden im Modul **Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen des Apparatebaus** vorrangig Behälter ausgelegt.

In industriellen Prozessen zur Herstellung von Arzneistoffen, Hilfsstoffen und Arzneimitteln werden eine Vielzahl von Tanks, Behältern und Silos benötigt, die ganz individuelle Eigenschaften aufweisen müssen (z.B. Druckfestigkeit, Standhalten bei Temperaturschwankungen, chemische Stabilität und statischer Beanspruchung). Diese Behälter und Rohrleitungen müssen im Rahmen der pharmazeutischen Produktion und biotechnologischen Herstellung von Arzneimitteln auf verschiedenste Weise mit Wärme und Kälte versorgt werden. Dabei sind Systeme notwendig, die Wärmeenergie entsprechend zu- oder abführen und zwischenspeichern. Die Dimensionierung solcher Versorgungseinrichtungen, angepasst an die geforderte Produktmenge, erlernen die Studierenden im Modul **Energieversorgung technischer Prozesse**. Die Bedeutung der Versorgung mit Hilfsstoffen im Betrieb wird während des Studiums häufig verkannt. Ein fundiertes Wissen in diesem Bereich ist jedoch gerade für leitende technische Angestellte von immenser Bedeutung und wird in dieser Lehrveranstaltung vermittelt. Hier wird das thermodynamische Grundlagenwissen aus dem Modul **Thermodynamik** aufgegriffen, in dem die Studierenden die Berechnung thermodynamischer Kreis- und idealer Gasprozesse erlernen. Um Produktqualität und -haltbarkeit gewährleisten zu können, ist hygienisches Arbeiten notwendig. Nur bei sauberem Arbeiten können Mikroorganismen vom Produkt ferngehalten werden. Diese potenziellen Keime dürfen sich in der pharmazeutischen Industrie nicht in der Anlage anreichern, weil sie beim Herstellungsprozess auf das Produkt übertragen werden könnten. Zum einen ist es daher wichtig die Anlagen so zu designen, dass sich möglichst wenige Toträume für eine Keimanlagerung finden. Zum anderen ist eine Schulung zur richtigen Reinigung und Sterilisierung der Anlage von Nöten. Diese Thematik wird im Modul **Hygienic Design & Hygienic Processing** behandelt. Zusätzlich werden Methoden zur Inaktivierung von auf das Produkt übergegangenen Keimen erörtert und auf Praxisrelevanz hin untersucht.

### 6.3 Bioprozesstechnik

Parallel zum Gebiet Ingenieurwissenschaft werden die Studierenden im Gebiet „Bioprozesstechnik“ (hellblau in Abbildung ) ausgebildet. Bei den in der pharmazeutischen Industrie relevanten chemischen Verbindungen handelt es sich in erster Linie um Kohlenwasserstoffverbindungen (z.B. Proteine, Polymere, Hormone, Lipide). Im Modul **Organische und biologische Chemie** werden deren korrekte Nomenklatur sowie Bildungs- und Reaktionswege behandelt. Diese Kohlenwasserstoffverbindungen sind an allen zellbiologischen und physiologischen Vorgängen in der Biologie beteiligt. Des Weiteren erlernen die Studierenden hier den detaillierten Aufbau solcher am Stoffwechsel beteiligten Moleküle und die metabolischen Mechanismen. Im zugehörigen Praktikum werden grundlegende analytische Verfahren der Biologie erlernt, die für die Analytik von pharmazeutischen Rohstoffen und Wirkstoffen von großer Relevanz sind. Darauf aufbauend erlernen die Studierenden im Modul **Biochemie 2** detailliert die Wirkungsweisen von Proteinen und Hormonen im Körper.

Neben den chemischen Grundlagen sind für die Biochemie ebenfalls die zellbiologischen Zusammenhänge von Belang. Diese werden auch im Modul **Mikrobiologie** aufgegriffen. Hier wird die Klassifizierung von Mikroorganismen und deren biotechnologische Nutzbarkeit und Pathogenität im Überblick erörtert. Das Wissen über die Eigenschaften von Mikroorganismen ist für die spätere biotechnologische Erzeugung von Arzneistoffen sehr wichtig. Einerseits werden Mikroorganismen biotechnologisch genutzt, um mit ihrer Hilfe Stoffe zu produzieren. Zum anderen muss das unkontrollierte Wachstum in pharmazeutischen Reinräumen und Produkten verlässlich verhindert werden.

In **Einführung in die Bioprozesstechnik** werden die Studierenden bereits im ersten Studienjahr mit allen grundlegenden Technologien der biotechnologischen Produktion bekannt gemacht, von den Kultivierungstechniken im Fermenter bis zur Produktaufreinigung und -trocknung.

In **Molekularer Biotechnologie** lernen die Studierenden, Mikroorganismen gezielt zu beeinflussen (gentechnisch oder über Kultivierungsbedingungen), so dass gewünschte Substanzen als Stoffwechselprodukte der Mikroorganismen fermentativ hergestellt werden können.

In **Qualitätsmanagement und Produktsicherheit** lernen die Studierenden, was sichere Arzneimittel aus der Sicht des Gesetzgebers ausmacht und wie man sichere Arzneimittel industriell herstellt. In diesem Zusammenhang werden gängige pharmazeutische Qualitätsmanagement-Tools vorgestellt.

In **Pharmazeutischer Technologie und Biopharmazie** werden die Funktionen und Anforderungen der wichtigsten Arzneiformen (Tablette, Injektion, Salbe, etc.) und ihre Herstellung behandelt. Dabei wird auch auf die Interaktion der Arzneiform mit dem Wirkstoff und dem menschlichen Körper eingegangen, d.h. warum welche Arzneiform bei welcher Therapie gewählt wird.

Das Modul **Humanphysiologie** vermittelt grundsätzliche Kenntnisse zur Funktion der Organe im Körper und der Möglichkeit ihrer Beeinflussung. Die **Pharmakologie** baut auf die Kenntnisse in Humanphysiologie auf und vermittelt die Wirkungsweise von Arzneimitteln auf den menschlichen Körper. Es wird hier auch auf die Transportmechanismen im Körper und die konkreten Wirkmechanismen der Arzneimittel eingegangen.

## 6.4 Bachelor's Thesis

Die beschriebenen Module bereiten die Studierenden in fachlicher Hinsicht auf die **Bachelor's Thesis** vor. Für die Auswertung von eigenständig geplanten und durchgeführten Versuchsreihen im Rahmen der Abschlussarbeit benötigen die Studierenden statistisches Fachwissen, das ihnen im Modul **Statistik** vermittelt wird. Dabei werden die mathematischen Grundlagen aus der Grundlagen- und Orientierungsprüfung aufgegriffen. Das **Seminar zur guten wissenschaftlichen Praxis**, welches verpflichtend vor Antritt der Bachelorarbeit zu absolvieren ist, vermittelt Kompetenzen zur richtigen Erhebung von Daten und deren Dokumentation. Wissenschaftliches Fehlverhalten (Manipulation, Ideendiebstahl etc.) soll dadurch vermieden und die Studierenden für Konflikte sensibilisiert werden.

Über die Pflichtmodule hinaus steht den Studierenden ein umfangreicher Katalog an Wahlmodulen zur Verfügung, anhand dessen sie ihr individuelles Profil, ihren persönlichen Interessen folgend, schärfen können. Dieser Katalog setzt sich aus Modulen der Bereiche

- Allgemeinbildung, Rechts- und Wirtschaftswissenschaften
- Bioprozesstechnik und Biotechnologie
- Ingenieur- und Naturwissenschaften

zusammen.

Vor allem im dritten Studienjahr erfolgt die Vernetzung der zuvor erworbenen Kompetenzen in den Themengebieten Ingenieurwissenschaften und Bioprozesstechnik des Studienganges. Den Abschluss des anwendungsorientierten, zugleich aber wissenschaftlich fundierten Studiums bietet die Bearbeitung der **Bachelor's Thesis**, in der unter Anleitung eines wissenschaftlichen Betreuers ein

fachlich relevantes Thema bearbeitet wird. Nach Strukturierung und schriftlicher Aufbereitung der Ergebnisse erfolgt eine Präsentation.

## **6.5 Mobilitätsfenster**

Da die Spezifizierung im Bereich Pharmazeutische Bioprozesstechnik grundsätzlich aufeinander aufbauend erfolgt, muss ein Auslandsaufenthalt in Absprache mit der Studienkoordination sorgfältig geplant werden. Eine Verschiebung weniger Module ist in engem Rahmen möglich. Das Mobilitätsfenster ist am besten im sechsten Semester realisierbar. Dort befinden sich Module, die auch an anderen Universitäten gleichwertig angeboten werden. So können „Hygienic Design and Hygienic Processing“ sowie passende Wahlmodule an anderen Hochschulen (auch im Ausland) besucht werden. Die Bachelorarbeit als auch das vorbereitende Modul können dann in Absprache mit der Studienkoordination ebenfalls an der besuchten Hochschule angefertigt bzw. belegt werden.

Abbildung 3: Exemplarisches Curriculum des Bachelorstudiengangs Pharmazeutische Bioprozesstechnik

Sem.	Module							CP
1.	WZ5322 Allg. und Anorganische Experimentalchemie inkl. PR (GOP)  K + LL (SL) 6 CP	PH9035 Physik für Life-Science-Ingenieure 1 (GOP)  K + LL (SL) 7 CP	MA9615 Höhere Mathematik (GOP)	WZ5425 Molekularbiologische Methoden (GOP)  K + LL (SL) 6 CP	WZ5434 Humanphysiologie (Pflicht)	SZ0505 Französisch B1 (Wahl)  K 4 CP	CLA10412 Technical Writing (Engineer Your Text!) (Wahl)  PRÄ 1 CP	30
2.	WZ5442 Technische Mechanik (Pflicht)	PH9036 Physik für Life-Science-Ingenieure 2 (GOP)  K 5 CP		WZ5426 Organische und biologische Chemie (Pflicht)		WZ5200 Einführung in die Bioprozesstechnik (Pflicht)  K 5 CP	ME510-1 Immunologie (Wahl)  K 5 CP	30
3.		WZ5436 Pharmazeutische Technologie (Pflicht)	LS30001 Mikrobiologie (Pflicht)		WZ5438 Thermodynamik (Pflicht)	WI000189 Allg. Volkswirtschaftslehre (Wahl)  K 5 CP		30
4.	WZ5435 Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen des Apparatebaus (Pflicht)  K 6 CP			WZ5013 Strömungsmechanik (Pflicht)  K 5 CP	WZ5010 Analytik von Biomolekülen (Pflicht)  K 5 CP	WZ5016 Biochemie 2 (Pflicht)  K 5 CP	ME511 Pharmakologie und Toxikologie für Naturwissenschaftler (Pflicht)  K 5 CP	30
5.	WZ5414 Molekulare Biotechnologie (Pflicht)  K 5 CP	WZ5022 Qualitätsmanagement und Produktsicherheit (Pflicht)  K + M 5 CP	WZ5446 Energieversorgung technischer Prozesse (Pflicht)  K 6 CP	WZ5299 Statistik (Pflicht)  K 5 CPs	WZ5429 Berufsorientierungsmodul: Teil 1 (3 Wochen) (Pflicht)  SL 5 CP	WZ2017 Zellkulturtechnologie (Wahl)  K 5 CP		31
6.	WZ5298 Hygienic Design und Hygienic Processing (Pflicht)  K 5 CP	WZ5427 Seminar zur guten wissenschaftlichen Praxis (Pflicht)  PRÄ 2 CP	WZ5430 Berufsorientierungsmodul: Teil 2 (3 Wochen) (Pflicht)  SL 5 CP	WZ5047 Energetische Biomassenutzung (Wahl)  K 5 CP	Bachelor's Thesis (Pflicht)  W 12 CP			29
Legende	Dunkelblau = Pflichtmodul Bachelor's Thesis Hellblau = Wahlmodule Grau = Pflichtmodule Grün = Grundlagen- und Orientierungsprüfung (GOP)				PR = Praktikum; CP = Credit Points; SL = Studienleistung; K = Klausur (schriftlich); M = mündliche Prüfung; LL = Laborleistung; PRÄ = Präsentation; W = wissenschaftliche Ausarbeitung			

## 7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Der Bachelorstudiengang Pharmazeutische Bioprosesstechnik wird von der TUM School of Life Sciences angeboten.

Für administrative Aspekte der Studienorganisation sind teils die zentralen Arbeitsbereiche des TUM Center for Study and Teaching (TUM CST), teils Einrichtungen der TUM School of Life Sciences zuständig (s. folgende Übersicht):

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

- Beiträge und Stipendien: Beiträge und Stipendien (TUM CST)  
[beitragsmanagement@zv.tum.de](mailto: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](mailto:examination.co@ls.tum.de)
- Prüfungsausschuss: Prof. Dr.-Ing Heiko Briesen (Vorsitzender)  
 Eva Guyot (Schriftführerin)
- Qualitätsmanagement Studium  
 und Lehre:
  - zentral: Studium und Lehre -  
 Qualitätsmanagement (TUM CST)  
[www.lehren.tum.de/startseite/team-hrsl/](http://www.lehren.tum.de/startseite/team-hrsl/)
  - dezentral: Campus Office Weihenstephan  
 Team Qualitätsmanagement  
[qm.co@ls.tum.de](mailto:qm.co@ls.tum.de)  
 Organisation QM-Zirkel, Evaluierung, Koordination  
 Modulmanagement