

Studiengangsdokumentation

Masterstudiengang Biomass Technology

Teil A

TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit
Technische Universität München

Allgemeines:

- Organisatorische Zuordnung: TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit (TUMCS)
- Bezeichnung: Biomass Technology
- Abschluss: Master of Science (M.Sc.)
- Regelstudienzeit und Credits: 4 Fachsemester und 120 Credit Points (CP)
- Studienform: Vollzeit
- Zulassung: Eignungsverfahren (EV)
- Starttermin: Wintersemester (WiSe) 2017/2018
- Sprache: Englisch
- Hauptstandort: Straubing
- Ergänzende Angaben: Joint Degree
mit der Universität für Bodenkultur (BOKU), Wien
- Studiengangsverantwortliche: Prof. Dr. Cordt Zollfrank (TUMCS)
Prof. Dr. Alexander Bauer (BOKU)
- Ansprechperson bei Rückfragen zu diesem Dokument:
QM TUMCS
E-Mailadresse: qm@cs.tum.de
- Stand vom: 31.05.2022

Inhaltsverzeichnis

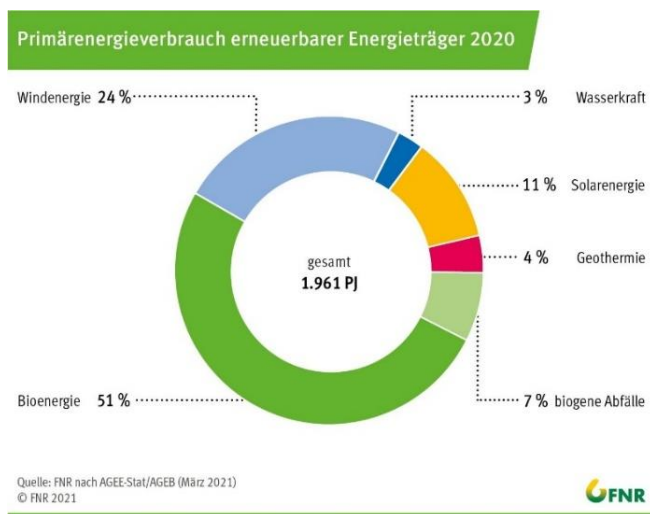
1	Studiengangsziele	4
1.1	Zweck des Studiengangs	4
1.2	Strategische Bedeutung des Studiengangs	5
2	Qualifikationsprofil	7
2.1	Wissen und Verstehen.....	7
2.2	Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen	7
2.3	Kommunikation und Kooperation	8
2.4	Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität	8
3	Zielgruppen	9
3.1	Adressatenkreis	9
3.2	Vorkenntnisse	9
3.3	Zielzahlen	10
4	Bedarfsanalyse	11
5	Wettbewerbsanalyse	13
5.1	Externe Wettbewerbsanalyse	13
5.2	Interne Wettbewerbsanalyse.....	14
6	Aufbau des Studiengangs.....	15
6.1	Kategorie 1 (20 CP)	17
6.2	Kategorie 2 (insgesamt 48 CP)	19
6.3	Kategorie 3 (insgesamt 22 CP)	22
6.4	Master's Thesis (30 CP)	22
6.5	Mobilitätsfenster.....	22
6.6	Musterstudienplan	23
7	Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten	23
8	Entwicklungen im Studiengang	27

1 Studiengangsziele

1.1 Zweck des Studiengangs

Die Übernutzung fossiler Ressourcen, der Treibhauseffekt sowie steigende Preise für fossile Energieträger sind entscheidende Argumente für die verstärkte Nutzung nachwachsender Rohstoffe und biogener Abfallstoffe im Energiesektor. Hierbei leistet Biomasse mit über 51 Prozent den größten Beitrag zur Endenergie aus regenerativen Quellen (Abbildung 1).

Abbildung 1: Überblick über den Primärenergieverbrauch erneuerbarer Energieträger 2020 (FNR 2021).



Schätzungen zufolge wird im Jahr 2050 der Gesamtenergiebedarf in Deutschland zu über einem Viertel aus einheimischer Biomasse gedeckt werden können (FNR, 2021). Der überwiegende Anteil kommt aus Anbaubiomasse (wie z. B. Energiepflanzen) und Reststoffen aus der Landwirtschaft wie z.B. Stroh und Gülle. Dieses Potenzial ist derzeit erst zu einem Drittel ausgeschöpft. An zweiter Stelle folgt Energieholz, u. a. Wald- und Industrierestholz sowie Altholz. Dieses Potenzial nutzen wir erst zu zwei Dritteln.

Doch Biomasse spielt nicht nur bei der Bereitstellung von Endenergie wie Strom, Kraft- oder Brennstoffen eine große Rolle. Die rasante Zunahme von Umweltschäden und ihre Folgen fordern ein sofortiges Umdenken und die Überprüfung nachhaltiger Alternativen. Ein Problem, das in jüngster Vergangenheit in der Öffentlichkeit diskutiert wurde, ist der Eintrag von Plastikmüll in die Weltmeere. Der WWF geht nach einer derzeitigen Schätzung von 4,8 bis 12,7 Millionen Tonnen pro Jahr aus. Eine Lösung könnten beispielsweise abbaubare Kunststoffe aus Roh-Biopolymeren bieten.

Die Lösung solcher Umwelt- und Nachhaltigkeitsprobleme erfordert Fach- und Führungskräfte, die weltweit als kompetente Berater in Fragen rund um das komplexe Feld der Nachhaltigkeit und Biomassenutzung fungieren können. Am TUM Campus Straubing (TUMCS) für Biotechnologie und Nachhaltigkeit arbeiten Wissenschaftler an grundlagenorientierter Forschung und technologischen Entwicklungen zu nachwachsenden Rohstoffen und ökonomischen Konzepten der Nachhaltigkeit. Die Forschungsschwerpunkte liegen dabei einerseits in der Biotechnologie, den Materialwissenschaften und der Verfahrenstechnik, um die

stoffliche und energetische Nutzung erneuerbarer Rohstoffe technologisch voranzubringen, und andererseits in der Ökonomie für die volkswirtschaftliche und betriebliche Bewertung der Erzeugung, Vermarktung und Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen und der daraus entwickelten Innovationen. Experten mit diesen disziplinübergreifenden Kenntnissen sind ein unabdingbarer Teil des unternehmerischen und gesellschaftlichen Wandels in Richtung Nachhaltigkeit und des Beitrags zum Klima- und Umweltschutz.

Biomassetechnologen/Biomassetechnologinnen kümmern sich um die Erschließung vorhandener und neuer Ressourcen und damit um die Sicherstellung der zukünftigen Energieversorgung auf der Basis erneuerbarer Energieträger, bei gleichzeitiger Achtung der Nachhaltigkeit in der Land- und Forstwirtschaft. Der Masterstudiengang Biomass Technology als gemeinsamer internationaler Studiengang (Joint Degree) der Technischen Universität München (TUM) mit der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) bringt durch seine breite Wissensvermittlung Experten/Expertinnen hervor, die interdisziplinär handlungsfähig sind. Biomassetechnologen/Biomassetechnologinnen erschließen neue Märkte, Anwendungsmöglichkeiten und Technologien unter Berücksichtigung ökologischer sowie betriebs- und wirtschaftswissenschaftlicher Aspekte. Sie können durch ihr fachübergreifendes Wissen auch als kompetente Berater für Politik und Unternehmen fungieren.

1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

Der Masterstudiengang *Biomass Technology* ist eine Joint Degree-Kooperation zwischen TUM und BOKU. Organisatorisch ist der Studiengang am TUM Campus Straubing (TUMCS) für Biotechnologie und Nachhaltigkeit angesiedelt.

Als Integrative Research Institute der TUM steht der TUMCS für disziplinübergreifende Forschung und Lehre zur Realisierung eines nachhaltigen Rohstoff- und Energiewandels in allen Lebensbereichen. Zentrale Forschungsgebiete sind die Bioökonomie, die Kreislaufwirtschaft, die Etablierung neuer und innovativer Hochleistungstechnologien zur stofflichen und energetischen Nutzung biogener und anderer regenerativ gewonnener Rohstoffe sowie deren betriebs- und volkswirtschaftliche Bewertung. Ziel ist die wissenschaftsbasierte Erzeugung und Nutzung biologischer Ressourcen sowie die Biologisierung der Industrie, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen.

Damit der Rohstoff- und Energiewandel zukunftsweisend und nachhaltig gelingen kann, werden sowohl fachspezifische Experten als auch multidisziplinär ausgebildete Fach- und Führungskräfte benötigt. Diesem Leitbild folgend werden, neben dem MSc. *Biomass Technology*, derzeit folgende Masterstudiengänge am TUMCS angeboten:

- M.Sc. Bioeconomy
- M.Sc. Sustainable Management and Technology (TUM School of Management)
- M.Sc. Chemical Biotechnology
- M.Sc. Technology of Biogenic Resources

Diese, thematisch voneinander abgegrenzten Studiengänge, ermöglichen eine Spezialisierung in den Kernthemen der Nachhaltigkeit (Betriebs- und Volkswirtschaft, Verfahrenstechnik, Biotechnik, Chemie und Molekularbiologie). Der Masterstudiengang *Biomass Technology* hingegen steht für eine breite Profilbildung in mindestens vier Kompetenzgebieten und trägt damit der Forderung nach Interdisziplinarität in den komplexen Themenfeldern der Biologisierung und Bioökonomie Rechnung. Er steht für eine optimale Vernetzung der einzelnen Disziplinen in einem förderlichen Umfeld, in dem sich Straubing deutlich als Region der Nachwachsenden Rohstoffe positioniert.

Die Zukunftsstrategie TUM. The Entrepreneurial University identifiziert die Bioökonomie und Nachhaltigkeit als zukünftige High Potential Research Area. Der TUMCS bildet zusammen mit dem Technologie- und Förderzentrum des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und dem Centralen Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk (Carmen e.V.) das Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe. Eine Fraunhofer-Projektgruppe (BioCat) zur Entwicklung neuer chemischer Katalysatoren und Biokatalysatoren ist direkt am Campus angesiedelt. Die industrielle Anbindung ist unter anderem durch die BioCampus Straubing GmbH mit dem zugehörigen Gründer- und Unternehmerzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (BioCubator) gegeben.

Der Studiengang *Biomass Technology* flankiert, u.a. durch seine englischsprachige Ausrichtung, die konsequente Weiterentwicklung des TUMCS zu einem international renommierten Studienort im Bereich der Nachhaltigkeit. Der Joint Degree mit der BOKU Wien ergänzt die Strategie des TUMCS. Nachhaltigkeit ist essenzielles Thema in der universitären Lehre und Forschung der BOKU und wird als institutionelles Prinzip gelebt. Die Sicherung der Lebensqualität und der Lebensgrundlagen für die jetzigen und zukünftigen Generationen angesichts der Grand Challenges steht im Mittelpunkt der Lehrstrategie. Die Kooperation mit der BOKU erweitert das Portfolio des Masterstudiengangs *Biomass Technology* hinsichtlich der Expertise in den Bereichen Anbau bzw. Produktion und Bereitstellung biogener Rohstoffe und Inhalten der chemischen und energetischen Nutzung von Biomasse sowie Werkstoffkunde und Ökonomie.

Die Internationalisierung mit Österreich bildet jedoch nur einen ersten Schritt in Richtung internationaler Zusammenarbeit und Kompetenzaustausch. Zukünftig ist der Ausbau des Joint Degree mit weiteren Universitäten, vornehmlich aus dem osteuropäischen Raum, geplant.

2 Qualifikationsprofil

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

2.1 Wissen und Verstehen

Biomassetechnologen/Biomassetechnologinnen besitzen vertiefte Kenntnisse über den Anbau, die Nutzung und Aufbereitung biogener Rohstoffe und Abfallprodukte zur Energiegewinnung oder zur Herstellung alternativer Werkstoffe. Sie sind in der Lage, primäre und sekundäre Biomassen bzgl. ihrer Verwertungsmöglichkeit zu unterscheiden und können deren jeweilige Merkmale, Eigenschaften und Vor- und Nachteile in der Wertschöpfungskette richtig einordnen. Die wesentlichen Produktionsschritte und deren Abhängigkeit von Standortmerkmalen und den Produktionsvoraussetzungen sind ihnen vertraut. Sie können Produktionsszenarien sowohl ökologisch als auch ökonomisch bewerten. Durch ihr tiefes Verständnis von Material- und Energieflüssen und deren Auswirkungen auf die Umwelt können die Absolventen/Absolventinnen die Entwicklung und Verbesserung von Systemen, Produkten und Dienstleistungen unterstützen und Entscheidungshilfen liefern.

2.2 Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen

Die Absolventen/Absolventinnen verfügen über umfassende Fachkenntnisse, die als Fundus für eigene, zukünftige Innovationsideen dienen. Die Studierenden werden befähigt, vor dem Hintergrund unterschiedlicher Interessen spezifische Ziele im Bereich der Biomassenutzung zu definieren und daraufhin geeignete Strategien zu entwickeln. Nach Abschluss des Masterstudiengangs sind die Studierenden fähig, ihr angeeignetes Fachwissen aus allen sie betreffenden Bereichen zu kombinieren und sowohl problemlösungsorientiert als auch theoretisch-wissenschaftlich anzuwenden. Die Absolventen/Absolventinnen können durch ihr interdisziplinäres Wissen auf dem Gebiet der Biomassetechnologie Projekte eigenständig planen und eine entsprechende ausgerichtete berufliche Tätigkeit in Industrie und Forschung aufnehmen. Weiter beherrschen sie die mathematischen und naturwissenschaftlichen Methoden, um Probleme abstrahieren zu können. Dies geschieht unter anderem durch das Verständnis der Modellbildung, durch das sie in der Lage sind, Simulationen anzuwenden. Sie haben eine ganzheitliche Problemlösungskompetenz erworben, z. B. den Einsatz neuer Technologien im Umfeld der erneuerbaren Energien unter der Berücksichtigung technischer, ökonomischer, ökologischer, gesellschaftlicher und ethischer Randbedingungen, um diese erfolgreich bearbeiten zu können. Darüber hinaus können sie auch die praktische Umsetzung konstruktiv begleiten, die Ergebnisse evaluieren und den Erfolg kritisch hinterfragen. Die

Absolventen/Absolventinnen sind dazu befähigt, als Schlüsselakteure und Entscheidungsträger in Fragen biogener Ressourcennutzung datengestützt zu entscheiden und Konflikte zu bearbeiten.

2.3 Kommunikation und Kooperation

Die Absolventen/Absolventinnen kennen, durch die Kombination von Kompetenzen verschiedener Fachbereiche, die unterschiedlichen Diskussionskulturen und Sprachen der Fachdisziplinen und haben ein ausgeprägtes Bewusstsein für mögliche inter- und transdisziplinäre Konfliktpotentiale. Insbesondere sind sie in der Lage, unterschiedliche Sichtweisen von technisch, land- und betriebswirtschaftlich ausgerichteten Beteiligten zu reflektieren und zu integrieren, und damit eine konstruktive und lösungsorientierte Arbeit im meist internationalen Team zu unterstützen. Zudem haben sie die Fähigkeit, ihre erlangten Ergebnisse und Kenntnisse in Präsentationen zielgruppengerecht aufzuarbeiten, auf bspw. Tagungen vorzustellen und in Publikationen der internationalen Fachwelt bekannt zu geben.

2.4 Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität

Nach Abschluss des Masterstudiums können die Studierenden in der Entwicklung und Anwendung der Biomassetechnologie unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Erkenntnisse selbständig Forschungsfragen identifizieren, dazu umfangreiche Studien anlegen, hinterfragen, analysieren und die Ergebnisse kritisch weiterentwickeln. Sie verfügen damit auch über die Grundlagen, um in einer anschließenden Dissertation die Befähigung zur eigenständigen wissenschaftlichen Arbeit zu erwerben. Von besonderem Vorteil ist die anwendungsbezogene Ausbildung, wodurch sich die Absolventen des Masterstudiums Biomass Technology schnell in komplexe Aufgabenstellungen einarbeiten können. Die Absolventen/Absolventinnen sind in der Lage, ein berufliches Selbstbild zu kreieren und ihr eigenes Kompetenzprofil auf die entsprechenden Tätigkeitsfelder in der Berufswelt zu reflektieren, auszubauen und weiterzuentwickeln, um auf dem Arbeitsmarkt handlungsfähig zu sein. Sie haben ein Gefühl für die fachlichen Bedürfnisse und Herausforderungen der Industrie und entwickeln vor diesem Hintergrund neue Lösungsansätze und Strategien. Die Absolventen/Absolventinnen des Studiengangs Biomass Technology sind sich ihrer gesamtgesellschaftlichen Verantwortung bewusst und in der Lage, ihr Handeln kritisch zu reflektieren.

3 Zielgruppen

3.1 Adressatenkreis

Der Masterstudiengang Biomass Technology richtet sich an Absolventen/Absolventinnen eines an einer in- oder ausländischen Hochschule erworbenem, mindestens sechssemestrigem ingenieurs-, natur-, agrar-, forst- oder materialwissenschaftlichen Bachelorstudiengangs oder eines mindestens gleichwertigen Abschlusses. Ein ausgeprägtes Interesse an der technologischen Verwertung und Nutzung von Biomasse wird vorausgesetzt. Die Bewerber sollen sich fächerübergreifend weiterbilden wollen und nicht die Spezialisierung in einem Fachbereich anstreben. Zukünftige Biomassetechnologen/Biomassetechnologinnen sollen Freude an der Lösung interdisziplinärer Problemstellungen haben, um in einem schnell wachsenden Zweig innovativ arbeiten und zur Lösung gesamtgesellschaftlicher Probleme beitragen zu können. Die Gliederung des Studienangebotes in sieben Vertiefungsrichtungen eröffnet Ansätze interdisziplinärer Zulassungen.

3.2 Vorkenntnisse

Studienbewerber/Studienbewerberinnen sollen ein erfolgreich abgeschlossenes Bachelorstudium in den Ingenieurs-, Natur, Agrar-, Forst oder Materialwissenschaften oder vergleichbaren Fachrichtungen vorweisen. In diesem erlangte Kenntnisse der anorganischen und organischen Chemie, der Mathematik (z.B. reelle und komplexe Zahlen, Grenzwerte, Differential- und Integralrechnung, lineare Abbildungen), der Physik (z.B. Konzepte der Mechanik, Wärmelehre, Elektrizität und Optik) sowie der Biologie (z.B. Zell- und Mikrobiologie) dienen als Grundlage für die weiterführenden Veranstaltungen im Studiengang Biomass Technology. Zusätzliche Kenntnisse in den Bereichen Nachwachsende/biogene Rohstoffe oder erneuerbare Energien sind von Vorteil. Hilfreich sind ebenfalls grundlegende Kenntnisse in statistischen Verfahren. Die fachliche Qualifikation wird in einem Eignungsverfahren gemäß Anlage 2 FPSO geprüft. Weiterhin sollen die potentiellen Studierenden in der Lage und bereit sein, anwendungs- und praxisbezogene Fragestellungen zur beantworten. Da davon ausgegangen werden kann, dass viele Studierende nach ihrem Abschluss in interdisziplinären Tätigkeitsfeldern zwischen den Bereichen Agrar- und Forstwirtschaft, Ingenieur- und Naturwissenschaften sowie der Ökonomie tätig sein werden und damit auch als Vermittler zwischen den unterschiedlichen wissenschaftlichen Ausdrucksweisen fungieren, sollen sie gewillt sein, vor z.T. auch großem Publikum zu präsentieren und zu kommunizieren. Da das Studium auf Englisch angeboten wird, sind Englischkenntnisse vorausgesetzt und müssen bei der Bewerbung durch ein TUM anerkanntes Sprachzertifikat (z.B. TOEFL, IELTS) nachgewiesen werden.

Bewerber/Bewerberinnen aus anderen Fachrichtungen als den oben genannten und Quereinsteiger werden durch individuelle Beratung auf ein erfolgreiches Studium des Masterstudiengangs Biomass Technology vorbereitet.

3.3 Zielzahlen

Der TUM Campus Straubing strebt im Masterstudiengang Biomass Technology eine mittlere Anfängerzahl von 40 Studierenden pro Semester an.

Tabelle 1 zeigt die Zahlen der Bewerber, Zulassungen und Gesamtstudierenden zwischen 2017 und 2021. Seit dem Wintersemester 2020/2021 steigen die Bewerberzahlen deutlich an, wobei die Mehrheit der Bewerber/Bewerberinnen aus dem internationalen Raum stammt. Wie aus den Zahlen ersichtlich ist, erfüllen diese Studierende aber oft die, für die Zulassung vorausgesetzten, formalen und fachlichen Kriterien nicht. Es wird daher angestrebt, die Anzahl an Bewerbern aus passenden Fachrichtungen zu erhöhen und auch Studierende aus anderen TUM-internen Disziplinen oder von anderen deutschen Universitäten für den Masterstudiengang Biomass Technology zu interessieren. Zudem wird ein höherer Anteil an weiblichen Bewerbern angestrebt.

Eine Überarbeitung des Eignungsverfahrens zum Sommersemester 2023 soll eine optimierte Bewerberauswahl ermöglichen.

Tabelle 1: Entwicklung der Bewerber- und Immatrikulationszahlen 2017 – 2021 im Masterstudiengang Biomass Technology (ehemals Biomassetechnologie)

	WS17/18	WS18/19	WS19/20	WS20/21	SS21	WS21/22
Bewerbungen (Fälle)	27	21	19	162	386	376
<i>davon weiblich</i>	10	9	6	31	70	70
<i>davon männlich</i>	17	12	13	131	316	306
<i>davon international</i>	18	9	10	141	377	362
Zulassungen (Fälle)	7	15	14	54	57	80
Immatrikulationen aus Zulassungen (Fälle)	1	6	7	35	37	37
Anteil Immatrikulationen an Zulassungen (Fälle) in %	14,3	40	50	64,8	64,9	46,3
Studierende (Fälle)	2	9	16	49	80	102
<i>davon international</i>	0	3	6	31	60	86

SS = Sommersemester, WS = Wintersemester

4 Bedarfsanalyse

Im Rahmen der Energiewende soll, entsprechend dem Koalitionsvertrag der Bundesregierung Deutschlands, bis 2030 der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Energieverbrauch auf 65 Prozent angehoben werden. Neben der Nutzung von Wind-, Wasser-, und Sonnenkraft soll auch ein großer Anteil der erzeugten Energie aus der Verwertung von Biomasse stammen. 2019 leistete Biomasse mit einem Anteil von 58 Prozent bereits den größten Beitrag zur Energiegewinnung aus erneuerbaren Energien (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft; www.bmel.de, Stand: 21.02.2022). Ca. 20 Prozent des gesamten Stroms und ca. 86 Prozent der Wärmeerzeugung durch erneuerbare Energien sind auf die Nutzung und Verwertung von Biomasse zurückzuführen. Auch bei Biokraftstoffen nimmt Biomasse eine tragende Rolle ein. Durch diese vielfältigen Einsatzmöglichkeiten ist die Biomasse für die im Rahmen der Klimaschutzziele vereinbarten Verringerung von Treibhausgasemissionen essentiell und gewinnt daher immer mehr an Bedeutung. Da zur Biomasse auch ungenutzte biogene Rest- und Abfallstoffe zählen, die weltweit in großer Menge vorhanden sind, ist das Potential unbegrenzt. Eine nachhaltige und wettbewerbsfähige Ressourcennutzung erfordert entsprechend ausgebildete Fachkräfte mit Kompetenzen an der Schnittstelle zwischen Ingenieur-, Natur- und Wirtschaftswissenschaften. Handlungsfelder sind u.a. Nachwachsende Rohstoffe industriell nutzbar zu machen, sowie Energieträger auf Basis von Biomasse auszubauen. Absolventen/Absolventinnen des Masterstudiengangs Biomass Technology glänzen durch ihre breitgefächerte Ausbildung in den Bereichen Biomassetechnologie, Ökonomie und der Betriebs- und Kreislaufwirtschaft. Dies ermöglicht ihnen professionelle Interaktionen mit und zwischen unterschiedlichen Unternehmensbereichen und die effiziente Überbrückung von Know-how- und Kommunikationsbarrieren. In Deutschland waren im Jahr 2018 ca. 100.000 Menschen im Bereich Bioenergie beschäftigt. Die Nachfrage steigt stetig. Investitionen von über 11 Milliarden im Jahr 2019 (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft; www.bmel.de, Stand: 21.02.2022) unterstreichen die Bedeutung des Bioenergiesektors. Biomassetechnologen sind gefragte Fach- und Führungskräfte in Unternehmen der Energiewirtschaft z.B. im Bereich Forschung und Entwicklung. Potentielle Arbeitgeber in der Energiebranche sind alle klassischen Energieunternehmen wie z. B. Eon oder RWE, aber auch KMUs, wie z. B. Spanner Re² Holz-Kraft-Anlage GmbH oder Ingenieurbüros, die sich mit erneuerbarer Energie beschäftigen. Unternehmen wie Novamont, Biotec, FKUR und Limagrain zählen zu den Technologieführern auf ihren Gebieten. Aber auch große Chemieunternehmen wie BASF oder Clariant haben einen Bedarf an Absolventen/Absolventinnen des Masterstudiengangs Biomass Technology. Selbst Automobilzulieferer wie z.B. die Dräxlmaier Group können in dieser Reihe genannt werden. Durch die Möglichkeit der fachübergreifenden Ausbildung in der Betriebswirtschaft, der Ökonomie und der Kreislaufwirtschaft stehen ihnen jedoch auch Betätigungsfelder in der Beratung und Planung offen. Arbeitgeber im Consulting-Bereich sind WIP-Munich Renewable Energies in München oder Jaakko Pöyry-Consulting – das größte Consulting Unternehmen Europas für Forst und Holz-Belange. In Deutschland unterstützen sie ihre Kunden in den Bereichen Energie, Industrie, Verkehr, Hoch- und Städtebau, Wasser und Umwelt. Für Absolventen/Absolventinnen, die sich intensiver in Forschung und Lehre betätigen möchten, besteht im Anschluss an die erfolgreiche Absolvierung des Masterstudiengangs die Möglichkeit zur Promotion.

Etwa die Hälfte der Absolventen/Absolventinnen arbeitet nach ihrem Abschluss in einem Angestelltenverhältnis bei großen oder mittelständigen Unternehmen der verarbeitenden Industrie, der Agrar- oder Forstwirtschaft oder der Chemiebranche. Die andere Hälfte geht einer Dienstleistung in einer öffentlichen Einrichtung oder Hochschule nach. Tätigkeitsbereiche umfassen dabei Forschung und Entwicklung, Produktion, Beratung, Beschaffung, (Projekt-)Management und Qualitätssicherung.

5 Wettbewerbsanalyse

5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Der Studiengang Biomass Technology ist in der deutschen Hochschullandschaft einzigartig. Die Vermittlung chemisch-stofflicher, energetischer und werkstofflicher Technologien, die zur Aufbereitung und anschließenden Verwertung von Biomasse dienen, sowie die Ergänzung durch Kompetenzen aus der Betriebs- und Volkswirtschaft findet sich so in keinem anderen Studiengang. Zwei universitäre Masterstudiengänge vermitteln ebenfalls Kompetenzen im Bereich Biomasse und ihrer stofflichen und energetischen Nutzung:

- MSc. *Nachwachsende Rohstoffe und Bioenergie* – Universität Hohenheim
- MSc. *Regenerative Energien und Energieeffizienz* – Universität Kassel

Der Masterstudiengang Nachwachsende Rohstoffe und Bioenergie der Universität Hohenheim wird von der Fakultät für Agrarwissenschaften angeboten und hat daher vermehrt pflanzenbauwissenschaftliche Aspekte zum Inhalt. Während die Pflichtmodule hier auf Verfahren zur Nutzung Nachwachsender Rohstoffe und der Bioraffinerie spezialisieren, stellt sich im Gegensatz dazu der Masterstudiengang Biomass Technology am TUMCS bereits im Pflichtbereich sehr breit auf und lehrt, neben weiterführenden Kenntnissen der verfahrenstechnischen Nutzung der Biomasse, zudem Aspekte der Ökonomie und Kreislaufwirtschaft. Der Studiengang Nachwachsende Rohstoffe und Bioenergie wird ausschließlich auf Deutsch angeboten und ist daher nicht als Konkurrenz zum englischsprachigen Biomass Technology mit seiner internationalen Ausrichtung und weltweiten Zielgruppe zu sehen.

Die Universität Kassel bietet mit dem Masterstudiengang Regenerative Energien und Energieeffizienz die Möglichkeit, sich im Bereich Biomasse und Abfalltechnik zu spezialisieren. Schwerpunkt dieses Bereichs liegt jedoch auf den Abwassersystemen. Zudem fehlen, im Vergleich zum Masterstudiengang Biomass Technology, die wirtschaftswissenschaftlichen Bereiche. Da auch dieser Studiengang ausschließlich auf Deutsch angeboten wird, stellt er hinsichtlich der Zielgruppe ebenfalls keine Konkurrenz dar.

International gibt es einige Studiengänge, die Nachwachsenden Rohstoffe zum Inhalt haben, wie z.B. der Masterstudiengang Renewable Energy Systems der TU Wien, Österreich oder der Master in Renewable Energy Sources and Waste Management der University of Agriculture in Krakow, Polen. Diesen ist jedoch allen gemein, dass der Schwerpunkt nicht auf der Nutzung von Biomasse liegt, sondern meist auf Wind-, Solar- und Wasserkraft.

Im internationalen Vergleich belegt die TUM im Bereich „Environmental and Engineering Sciences“ den 15. Platz. In Deutschland liegt sie auf Platz 1 (Global Ranking of Academic Subjects, 2021). Der TUMCS genießt als Nachhaltigkeitscampus international hohes Ansehen und ist mit über 100 Partnern weltweit gut vernetzt.

5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

Der Masterstudiengang Biomass Technology zeichnet sich durch seine Internationalität (Joint Degree mit der BOKU Wien) und durch die Möglichkeit der breiten Spezialisierung in den Bereichen Produktion und Bereitstellung biogener Rohstoffe, chemisch-stoffliche Nutzung, energetische Nutzung, Ökonomie, Management, Life Cycle Assessment und Werkstoffe aus. An der TUM gibt es keinen vergleichbaren Masterstudiengang mit diesen Merkmalen.

Eine ähnliche Ausrichtung in Bezug auf Nachhaltigkeit haben die ebenfalls am TUMCS beheimateten Masterstudiengänge Chemical Biotechnology, Technology of biogenic Resources, Bioeconomy und Sustainable Management and Technology. Jeder dieser Studiengänge strebt jedoch eine Spezialisierung in einem Kernbereich der Nachhaltigkeit an. Der Masterstudiengang Chemical Biotechnology hat die Nutzbarmachung natürlicher Ressourcen für die chemische Biotechnologie zum Ziel. Der Masterstudiengang Technology of biogenic Resources fokussiert auf die stoffliche bzw. energetische Nutzung biogener und anderer regenerativ gewonnener Rohstoffe und der Entwicklung neuer Verfahren und Materialien, die auf diesen fußen. Diese beiden Studiengänge haben einen starken Fokus auf der Verfahrenstechnik. Der Masterstudiengang Biomass Technology hingegen verbindet verfahrenstechnische Lehrinhalte zur Nutzbarmachung biogener Rohstoffe mit vertieften Inhalten aus anderen Fachdisziplinen, um einen ganzheitlichen Blick zu vermitteln und eine fachübergreifende Anwendung zu ermöglichen.

Der Masterstudiengang Bioeconomy zielt darauf ab, die strukturellen, ökonomischen, politischen und regulatorischen Rahmenbedingungen in der Volkswirtschaft und Gesellschaft in Richtung Nachhaltigkeit weiterzuentwickeln. Die volkswirtschaftliche Sichtweise unter Einbeziehung der Kreislaufwirtschaft ergänzt das Portfolio des Studiengangs Biomass Technology.

Das Komplement zum Studiengang Bioeconomy bildet der Masterstudiengang Sustainable Management and Technology (TUM School of Management), der auf die Einzelwirtschaft fokussiert und die Vermittlung betriebswirtschaftlicher und fundierter Methoden zur Entwicklung nachhaltiger Produkte und Technologie zum Ziel hat. Die Kernkompetenzen zur betriebswirtschaftlichen Bewertung nachhaltiger Lösungen stehen im Studiengang Biomass Technology als Vertiefungsrichtung zur Auswahl, stellen aber nicht die alleinige Kompetenz der Absolventen dar, sondern ergänzen das Profil.

Trotz der strukturellen und inhaltlichen Ähnlichkeit zu all diesen Studiengängen, ist das Alleinstellungsmerkmal des Studiengangs Biomass Technology, dass der Fokus nicht auf einem bestimmten Schwerpunkt liegt, sondern durch die Kombination interdisziplinärer Kompetenzen aus den Bereichen Chemie, Biotechnologie, verfahrenstechnische Nutzung biogener Rohstoffe, sowie der Volks- und Betriebswirtschaft Fachkräfte hervorbringt, die über ein breites Wissensspektrum verfügen und die gesamte Wertschöpfungskette nachhaltiger Rohstoffe und Maßnahmen überblicken und bewerten können.

Neben den Masterstudiengängen des TUMCS fußt auch der Masterstudiengang Sustainable Resource Management der TUM School of Life Sciences auf Nachhaltigkeit. Dieser fokussiert jedoch überwiegend auf ökonomische Aspekte und das Naturschutzmanagement. Inhalte zu erneuerbaren Energien finden sich hier nur zum Teil, während der Masterstudiengang Biomass Technology diese ganz klar im Fokus hat. Der

verfahrenstechnische Aspekt fehlt beim Masterstudiengang Sustainable Resource Management in entsprechendem Umfang, so dass hier ein ganz unterschiedliches Kompetenzprofil entsteht.

6 Aufbau des Studiengangs

Formaler Aufbau

Der Masterstudiengang Biomass Technology (Joint Degree) ist ein vollständig auf Englisch studierbarer Vollzeitstudiengang, der inklusive Masterarbeit vier Semester Regelstudienzeit und 120 CP umfasst. Die Aufnahme erfolgt in der Regel zum Wintersemester, ist aber durch die Belegung geeigneter Wahlmodule auch zum Sommersemester möglich. Der Studienbetrieb findet am TUMCS und der BOKU statt. Es muss mindestens ein Semester erfolgreich an der jeweiligen Partneruniversität (TUM bzw. BOKU) absolviert werden. Für ein erfolgreiches Semester sind 30 CP zu erwerben. Es wird empfohlen, das Studium an der TUM zu beginnen und zum nächsten Wintersemester an die BOKU zu wechseln. Nach bestandener Masterprüfung wird der akademische Grad „Master of Science“ („M.Sc.“) verliehen.

Neben der Zusammenarbeit mit der BOKU besteht innerhalb des Studiengangs auch enger Kontakt zu den anderen Studiengängen des TUMCS, disziplinfremden Fachbereichen sowie artverwandten Forschungseinrichtungen wie dem Department IFA-Tulln - Internationale Universitäre Forschungseinrichtung für Agrarbiotechnologie, dem Technologie- und Förderzentrum, der Landesanstalt für Landwirtschaft und dem Fraunhofer-Institut.

Das Konzept des Studiengangs besteht in der neigungs- und interessensgetriebenen Wahl von Modulen in unterschiedlichen Bereichen, um sich in dem breiten Feld der Biomassetechnologie zu definieren.

Der Studiengang gliedert sich in einen Pflichtbereich (Master's Thesis) und drei große Wahlbereiche (Kategorie 1 bis 3). In Letzteren können Module individuell und hinsichtlich des gewünschten Profils gewählt werden. In Kategorie 1 müssen die Studierenden 20 CP positiv absolvieren. Hier werden die grundlegenden Kernkompetenzen des Qualifikationsprofils vermittelt. Kategorie 2 dient dem Aufbau eines Kompetenzprofils. Es wird kein Schwerpunkt festgelegt, sondern es werden vier von sieben Vertiefungsrichtungen bestimmt, in denen Module wiederum individuell gewählt werden können, was zu einem einzigartigen Kompetenzprofil führt. In diesem Bereich sind 48 CP zu erbringen, 12 CP in jedem gewählten Vertiefungsbereich. Kategorie 3 gliedert sich in fachspezifische und allgemeinbildende Wahlmodule, die individuell zur Profilschärfung und Persönlichkeitsentwicklung beitragen.

Der Aufbau des Studiums ist in Abbildung 3 dargestellt.

In den Wahlmodulen werden sowohl Vorlesungen als auch Übungen, Seminare, Exkursionen, Praktika und Projektarbeiten angeboten. In Seminaren beispielweise lernen die Studierenden, sich sach- und fachbezogen mit Kommilitonen auszutauschen. Der Schwerpunkt liegt auf der Beteiligung der Studierenden und der

Förderung von Dialog und Debatte. In Diskussionen lernen sie, unterschiedliche Perspektiven zu integrieren und erlernte Inhalte richtig einzuordnen und kritisch zu beurteilen.

Durch den Besuch von Praktika, die in der Regel in Gruppen durchgeführt werden, erwerben die Studierenden die Fähigkeit, Problemstellungen im meist interdisziplinären Team zu lösen und eignen sich Kommunikationsfähigkeit und Teamgeist an. Sie können Konfliktpotentiale in einer Gruppe erkennen, diese mit geeigneten Methoden überwinden und somit einen zum Erfolg führenden Lösungsprozess entwickeln.

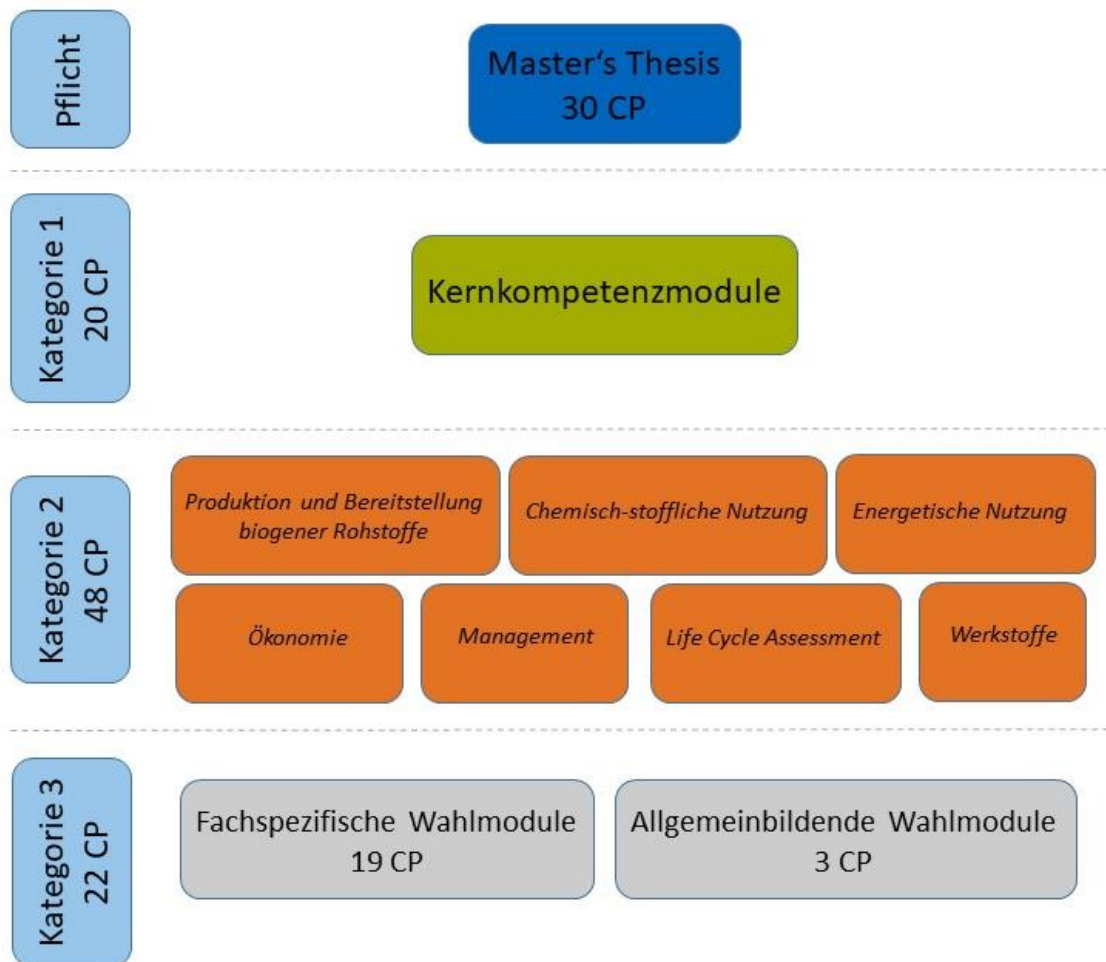
Angebotene Exkursionen ermöglichen die Verknüpfung der Theorie mit praktischen Erfahrungen und fördern somit eine anwendungsorientierte Wissensvermittlung.

In theoretischen Lehrformaten, wie Vorlesungen, werden praxisorientierte Problemlösestrategien durch die Einbindung von Fallbeispielen gefördert. Die Bereitstellung von selbständig zu bearbeitenden Arbeitsblättern in dazugehörigen Übungen schult selbstgesteuertes Lernen der Studierenden.

Die Kooperation mit der BOKU in Wien im Rahmen des Joint Degree und die internationale Zielgruppe des Masterstudiengangs tragen ebenfalls maßgeblich zur Persönlichkeitsbildung bei. Die Studierenden erwerben durch die Zusammenarbeit soziale Handlungskompetenzen, die sie mit Souveränität in interkulturellen Teams agieren und auch interdisziplinäre Projekte zum Erfolg führen lassen.

Darüber hinaus besteht für die Studierenden die Möglichkeit, im Rahmen von studentischen Initiativen (z.B. durch Tätigkeiten in der Fachschaft, Green Office etc.) Engagement und Verantwortungsbewusstsein zu beweisen und Erfahrungen in der Projektkoordination zu sammeln. Die Teilnahme an TUM-weiten Vereinigungen und Arbeitsgruppen kann den Studierenden einen breiten Blick auf überfachliche Interessensfelder vermitteln.

Abbildung 2: Aufbau des Masterstudiengangs *Biomass Technology*.



6.1 Kategorie 1 (20 CP)

Es müssen 20 CP erfolgreich absolviert werden. In dieser Kategorie werden vertiefte Kenntnisse im Bereich Produktion und Bereitstellung biogener Ressourcen und Reststoffe, deren chemische und energetische Nutzung, Verwertung und Behandlung sowie damit zusammenhängende ökonomische, ökologische und wirtschaftliche Effekte vermittelt. Die Zusammensetzung aus Elementen aller Vertiefungsbereiche der Kategorie 2 ist so gewählt, dass es den Studierenden ermöglicht wird, unabhängig von der im weiteren Verlauf ihres Studiums gewählten Vertiefungsrichtung, Denk- und Handlungsweisen sowie Lösungsansätze verschiedener Fachdisziplinen kennenzulernen. Mit diesem Wissen können sie inter- und transdisziplinäre Lösungen erarbeiten und die Weiterentwicklung und Steuerung des Strukturwandels hin zur einer auf biogenen Ressourcen basierten Wirtschaft und Gesellschaft vorantreiben.

In *Plant and Environment* werden die Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und ihrer Umwelt beleuchtet. Die Studierenden lernen lokale und globale ökologische Kreisläufe kennen und werden befähigt, Problemlösungsstrategien in angewandten botanischen und ökologischen Fragestellungen zu entwerfen und anzuwenden. Auswirkungen von Umwelteinflüssen und agronomischer Behandlung auf die Zusammensetzung von Pflanzen werden im Modul *Aspects of Product Quality in Plant Production* konkretisiert. Die Studierenden werden für die Komplexität der Produktqualität von Ernteprodukte und die Möglichkeiten der Genetik bei der Zucht von Qualitätscharakteristika sensibilisiert. Das Modul *Post-harvest Technology* vermittelt die wichtige Bedeutung der Nachernetekologie und deren Anwendung auf die Landwirtschaft. Anhand ausgewählter Verfahren werden weiterführende Kenntnisse der Aufbereitung und Bereitstellung von Getreidesaatgut vermittelt. *Renewables Utilization* stattet die Studierenden mit Wissen über die verschiedenen Arten von Inhaltsstoffen biogener Ressourcen, deren Gewinnung sowie die Umwandlung nachwachsender Rohstoffe in Wertprodukte aus. Ein genaueres Beispiel hierzu liefert das Modul *Chemistry and Technology of Sustainable Resources*. Hier erhalten die Studierenden Einblicke in Lignocellulosen, deren Gewinnung, Verarbeitung in Bioraffinerien und anschließender Nutzung. Weitere Möglichkeiten der Transformation biogener Ressourcen lernen die Studierenden durch den Besuch des Moduls *Energetic Use of Biomass and Residuals* kennen. Ihnen werden die technischen Möglichkeiten der energetischen Nutzung von Biomasse vor Augen geführt und sie dürfen diese im Rahmen einer eigenständigen Konzeptentwicklung hinsichtlich der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit beurteilen. Das Moduls *Introduction to Economics of Renewable Resources* thematisiert unterschiedliche Facetten der Ökonomie nachwachsender Rohstoffe, von Standortentscheidungen über die Beschaffung, Logistik, Produktion bis zur externen Berichterstattung. Es werden marktwirtschaftliche Zusammenhänge anhand aktueller Entwicklungen beleuchtet und Kompetenzen zur Einschätzung verschiedener Vermarktungsformen und Marktgrößen vermittelt. Damit verbundene betriebswirtschaftliche Zusammenhänge lernen die Studierenden des Masterstudiengangs in *Material Flow Flow Analysis and Life Cycle Assessment* kennen. Im Anschluss an den Besuch des Moduls kennen sie die Instrumente der Nachhaltigkeits- und Lebenszyklusbewertung, um Produkte, Dienstleistungen und Prozesse hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen bewerten zu können. Auf diese Weise wird ein grundlegendes Verständnis von Material- und Energieflüssen und deren Auswirkungen auf die Umwelt vermittelt. Um eine nachhaltigere Nutzung natürlicher Ressourcen zu erreichen, ist es jedoch auch entscheidend zu verstehen, wie und von wem sie genutzt und verwaltet werden, was die Herausforderungen und Barrieren, aber auch Chancen der Akteure sind. Das Modul *Gender, Food Systems and Natural Resources* beleuchtet die Auswirkungen des Geschlechts als entscheidenden Faktor auf landwirtschaftliche und Ernährungs-Systeme sowie gesellschaftspolitische Kontexte. Die Studierenden werden zu kritischem Denken angeregt und es werden Kompetenzen vermittelt, um eine zukünftige Transformation hin zu Ernährungsgerechtigkeit und –sicherheit begleiten zu können.

6.2 Kategorie 2 (insgesamt 48 CP)

Das Profil des Masterstudiengangs *Biomass Technology* beinhaltet sieben Vertiefungsbereiche:

- Produktion und Bereitstellung biogener Rohstoffe
- Energetische Nutzung der Biomasse
- Chemische-stoffliche Nutzung der Biomasse
- Ökonomie
- Management
- Life Cycle Assessment
- Werkstoffe

Aus dieser Liste müssen insgesamt vier Vertiefungsrichtungen gewählt und dort je 12 CP erworben werden. Dies gibt den Studierenden die Gelegenheit, sich fachübergreifend mit Themen der Nutzung und Bereitstellung von Biomasse auseinanderzusetzen. Die Arbeit im Team mit anderen Disziplinen stellt für den Beruf des Biomassetechnologen/der Biomassetechnologin eine unabdingbare Kernkompetenz dar. Die Kombination der gewählten Fachbereiche und deren unterschiedliche Blickwinkel und Herangehensweisen soll zu einem besseren Verständnis und einer effektiveren Umsetzung führen. Die Absolventen/Absolventinnen des Studiengangs werden dazu befähigt, Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Fachbereichen herzustellen und zu bewerten, einschließlich der sich ändernden Anforderungen der Märkte.

Im Folgenden werden die einzelnen Richtungen kurz beschrieben:

Produktion und Bereitstellung biogener Rohstoffe

Im Bereich Produktion und Bereitstellung biogener Rohstoffe werden Kenntnisse zu den unterschiedlichen Quellen biogener Rohstoffe vermittelt und deren Unterschiede verdeutlicht. Im Weiteren wird detaillierter auf die Produktion biogener Rohstoffe durch die Landwirtschaft, die Forstwirtschaft, in Agroforstsystemen sowie durch Aquakultursysteme eingegangen. Hierbei lernen die Studierenden die wesentlichen Produktionsschritte und deren Abhängigkeit von Standortmerkmalen und den Produktionsvoraussetzungen kennen. In weiterführenden Modulen können sich die Studierenden vertieft mit den verschiedenen Inhalten auseinandersetzen und Produktionsszenarien ökologisch wie auch ökonomisch bewerten. Ergänzend zur Produktion biogener Rohstoffe wird in diesem Bereich ebenfalls die Bereitstellung von sekundären Biomassen thematisiert, die in Form von tierischen, menschlichen und pflanzlichen Abfall- und Reststoffe in industriellen Prozessen oder kommunalen Kontext anfallen. Zentraler Ansatz in diesem Bereich ist das Denken in Produktions- bzw. Wertschöpfungsketten. Die Studierenden sind dadurch in der Lage, die Zusammenhänge zwischen Produktmerkmalen (z.B. thermische Stabilität von Pflanzenölen) bis hin zur Produktion und Bereitstellung biogener Rohstoffe zu beschreiben und die wesentlichen Einflussgrößen zu benennen.

Chemisch-stoffliche Nutzung

Die Module dieser Vertiefungsrichtung vermitteln Grundkenntnisse aus dem chemisch-stofflichen Bereich und Arbeitsverfahren in den Bereichen Chemie und Biotechnologie. Um von den vorherrschenden Verfahren auf Basis fossiler Rohstoffe abzukommen, stehen neben den Grundkenntnissen in diesem Bereich speziell die biotechnologische Konversion nachwachsender Rohstoffe oder verwertbarer Abfallstoffe im Fokus. Der Bereich chemisch-stoffliche Nutzung soll auch der Anregung dienen, Eigenschaften und das Potenzial von biogenen Rohstoffen zu erkennen, um so wie im Beispiel der Milch des Löwenzahns als Kautschuksubstitut zu einer neuen Nutzung dieser beizutragen.

Energetische Nutzung

Der Bereich energetische Nutzung setzt sich mit der Konversion von biogenen Rohstoffen und verwertbarer Abfallprodukte zur Energieerzeugung auseinander, um zur Substitution fossiler oder atomarer Brennstoffe beitragen zu können. Dies beinhaltet Kenntnisse der Thermodynamik und die Anwendung in verschiedenen Verfahren und Skalierungen. Ein Verständnis für die Zusammenhänge der Energiebindung und der Energieeffizienz soll gegeben werden. Vermittelt werden auch umweltrelevante Themen im Zusammenhang mit Konversionsprozessen sowie das Erkennen und das Wissen um die Vermeidung deren schädlicher Eigenschaften (Abgase etc.). Den Studierenden werden Technologiepfade unter Einbezug der verschiedenen Prozesse und Verfahren vermittelt, um aus regenerativen Energien im Allgemeinen und nachwachsenden Rohstoffen bzw. Biomasse im Besonderen Endenergie in den Aggregatzuständen gasförmig, flüssig und fest zur Erzeugung von Strom, Wärme und Bewegung bereitzustellen. Die Studierenden werden angeregt, über den Tellerrand des Umfelds Energie hinauszuschauen, um auch ungewöhnliche und neue Pfade zu beschreiten. Als Beispiel dient hier die innovative Nutzung des kommunalen Abwassers als neue Energiequelle und deren zur Rückgewinnung rar werdende Elemente wie Phosphor. Auf diese Weise wird der Bereich Energienutzung mit dem Bereich der Produktion und Bereitstellung biogener Rohstoffe verbunden und deren ökonomischen und volkswirtschaftlichen Eigenschaften bewertet.

Ökonomie

Hier lernen die Studierenden, wirtschaftliche Phänomene zu verstehen und zu erklären. Entwicklungen von Märkten für regenerative Energien und biobasierte Produkte sowie deren Einflussfaktoren werden beleuchtet und Entwicklungen diskutiert. Biomassennutzung wird im gesamtwirtschaftlichen und sozialen Kontext gesehen und Strategien für deren zukünftige Nutzung entwickelt. Es werden Methodenkenntnisse vermittelt, um wissenschaftliche Arbeiten im Bereich der Umweltökonomik nachvollziehen und diese Methoden später auch selber anwenden zu können.

Management

In diesem Bereich werden Nachhaltigkeitskonzepte mit ökologischen und sozialen Aspekten im Unternehmensmanagement adressiert, um vertiefte Kenntnisse im Bereich der Innovation, Gestaltung und Anpassung von Produkten, Prozessen und Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodellen hin zu nachhaltigen Systemen zu entwickeln. Hier verbinden die Studierenden die erlernten Grundkenntnisse der Biomassettechnologie mit unternehmerischen Fragestellungen und analysieren dabei betriebswirtschaftliche und nachhaltigkeitsrelevante Fragen mit aktuellen Theorien. In diesen Wahlmodulen, die Seminar- oder Vorlesungscharakter haben, werden fachliche Kenntnisse und methodische Kompetenzen der jeweiligen Unternehmensfunktion, im Hinblick auf Nachhaltigkeit geschult und vertieft. Anhand von konkreten Fallstudien und Unternehmensbeispielen erlernen die Studierenden Möglichkeiten zur Schwachstellenanalyse und Identifikation von Entwicklungspotentialen sowie Chancen zur Innovation und Umgestaltung hin zu nachhaltigen Unternehmensformen und Produktionsprozessen.

Life Cycle Assessment

In diesem Bereich werden methodische Kenntnisse der ökologischen Bewertung vermittelt. Die Studierenden werden befähigt, diese Bewertungen selbst durchzuführen. Sie nutzen hierzu aktuelle Konzepte, Methoden und Werkzeuge, um Produkte Dienstleistungen und Prozesse hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen zu bewerten. Auf diese Weise wird ein tieferes Verständnis von Stoff- und Energieflüssen der zugrundeliegenden Systeme und deren Auswirkungen vermittelt. Studierende werden somit in die Lage versetzt, für Produkte, Dienstleistungen und Prozesse Probleme zu erkennen, Verbesserungsmöglichkeiten aufzuzeigen und zu bewerten sowie Entscheidungsunterstützung zu liefern.

Werkstoffe

Der Bereich Werkstoffe vermittelt Kenntnisse der Materialwissenschaften mit Spezialisierung auf biogene Materialien. Hauptsächlich wird Wissen über aus nachwachsenden Rohstoffquellen gewonnene, biologisch abbaubare, umweltverträgliche oder Umweltschäden reduzierende Stoffe vermittelt. Es werden Struktureigenschaftszusammenhänge sowie technische Details der Gewinnung, Umwandlung, Formgebung, Einsätze und der Entsorgung behandelt. Ein Bewusstsein für die Auswirkungen auf Mensch, Tier und Umwelt wird geschärft, um die Forschung in Richtung asbestfreie Dämmungen, bleifreie Piezokeramiken, wiederaufbereitete Kunststoffe, etc. zu lenken.

6.3 Kategorie 3 (insgesamt 22 CP)

a) Fachspezifische Wahlmodule (19 CP)

Die Studierenden können in diesem Bereich, je nach Neigung und persönlicher Zielvorstellung, ihre Fachkompetenzen vertiefen. Der Wahlkatalog umfasst Veranstaltungen aus disziplinär und interdisziplinär angrenzenden Gebieten, die der individuellen Profilschärfung dienen. Hier wird auch die Möglichkeit gegeben, ein Forschungspraktikum an einem der Lehrstühle des TUMCS bzw. der BOKU zu absolvieren oder innerhalb der Projektwoche mit Kommilitoninnen und Kommilitonen aus anderen Fachbereichen an interdisziplinären Projekten zu arbeiten.

b) Allgemeinbildende Wahlmodule (3 CP)

Die Studierenden sollen sich überfachliche Qualifikationen anzueignen, da diese neben den Fachkompetenzen im späteren Arbeitsleben unabdingbar sind. Hier wird die Möglichkeit gegeben, sich mit gesellschaftspolitischen Fragestellungen zu befassen, Soft Skills zu entwickeln oder Sprachenkenntnisse zu erweitern. Die Module können in diesem Rahmen frei nach eigenen Interessen und Bedürfnissen aus dem Angebot der TUM (z.B. Kontextlehre WTG) gewählt werden. Dadurch wird das Profil abgerundet und die Studierenden in die Lage versetzt, das eigene Handeln im Kontext gesellschaftlicher Fragestellungen zu betrachten und zu hinterfragen, und die hier erworbenen Kompetenzen praktisch einzusetzen und für ihr späteres Berufsfeld zu nutzen.

6.4 Master's Thesis (30 CP)

Die Anfertigung der Master's Thesis (30 CP) erfolgt im Regelfall im 4. Semester. In dieser stellen die Studierenden ihre Fähigkeiten wissenschaftlichen Arbeitens und die erlernten Methoden und Konzepte der Biomassetechnologie an einer experimentellen Fragestellung unter Beweis. Sie müssen zeigen, dass sie sich einen komplexen Sachverhalt aus dem Themengebiet der Biomassetechnologie eigeninitiativ und kompetent erarbeiten, praktisch umsetzen und wissenschaftlich auswerten können. Durch eine geeignete Themenwahl können die Studierenden ihre favorisierten Vertiefungen und somit ihr eigenes Profil entscheidend schärfen. Das Thema kann dabei auch in Zusammenarbeit mit einem Unternehmen aus der Praxis bearbeitet werden und ist in englischer Sprache zu verfassen.

6.5 Mobilitätsfenster

Durch das parallele Angebot von Modulen des TUMCS und der BOKU in allen Kategorien und Vertiefungsrichtungen haben die Studierenden grundsätzlich die Möglichkeit, in einem beliebigen der vier Mastersemester ein Semester an einer der Partneruniversitäten (TUM bzw. BOKU) zu absolvieren. Somit hat der Masterstudiengang Biomass Technology ein großes und flexibles Mobilitätsfenster. Empfohlen wird

TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit (TUMCS)

31.05.2022

jedoch, das Studium an der TUM zu beginnen und zum nächsten Wintersemester an die BOKU zu wechseln, da dort im Wintersemester ein größeres Angebot an Modulen besteht als im Vergleich zum Sommersemester. Weiterhin besteht natürlich die Möglichkeit, ein zusätzliches Auslandssemester an einer dritten Universität zu absolvieren, die Studiengänge mit dem Schwerpunkt Biomasse oder Nachwachsende Rohstoffe beheimatet. Dafür bietet sich ebenfalls das zweite Wintersemester an, da hier viele fachspezifische Wahlmodule vorgesehen sind. Über eine Anerkennung der dort absolvierten Module entscheidet der Prüfungsausschuss.

6.6 Musterstudienplan

Der Musterstudienplan (Abbildung 4) stellt eine der vielen Möglichkeiten für Studierende dar sich ihren Studienplan zusammenzustellen.

Abbildung 3: Exemplarisches Curriculum des Masterstudiengangs Biomass Technology (Beginn Wintersemester)

Semester	Module									Credit Points/ Prüfungsanzahl	
1.	Renewable Utilization of Renewable Resources Kategorie 1 (TUM) K 5 CP	Introduction to Economics of Renewable Resources Kategorie 1 (TUM) K 5 CP	Production of Renewable Fuels (chemisch-stoffliche Nutzung) Kategorie 2 (TUM) K 5 CP	Biorefinery (chemisch-stoffliche Nutzung) Kategorie 2 (TUM) K 5 CP	Biogenic Polymers (Werkstoffe) Kategorie 2 (TUM) M & Pr (SL) 5 CP	Sustainable Production (Management) Kategorie 2 (TUM) K 6 CP					31/6
2.	Biological Materials in Nature and Technology (Werkstoffe) Kategorie 2 (TUM) K 5 CP	Empirical Research Methods (Ökonomie) Kategorie 2 (TUM) K 6 CP	Plant and Technology Management (Management) Kategorie 2 (TUM) K 6 CP	Markets for Energy and Biobased Products (Ökonomie) Kategorie 2 (TUM) M & Pr 6 CP	Spanisch A2.1 Kategorie 3 Allgemeinbildendes Wahlmodul (TUM) K 3 CP	Artificial Intelligence for Biotechnology Kategorie 3 Fachspezifisches Wahlmodul (TUM) K 5 CP					31/7
3.	Mobilitätsfenster Aspects of Product Quality in Plant Production Kategorie 1 (BOKU) W & Pr (SL) 4 CP	Gender, Food Systems and Natural Resources Kategorie 1 (BOKU) B & Pr 6 CP	Processes in Enzyme Technology (chemisch-stoffliche Nutzung) Kategorie 2 (BOKU) M 2 CP	Composite (Werkstoffe) Kategorie 2 (BOKU) K & M 2 CP	Practical Course in Energy Engineering Kategorie 3 Fachspezifisches Wahlmodul (BOKU) W 3 CP	Mechanical and Thermal Process Technology II Kategorie 3 Fachspezifisches Wahlmodul (BOKU) K & M 3 CP	Applied Measurement and Control Systems Kategorie 3 Fachspezifisches Wahlmodul (BOKU) Pr & W 3 CP	Renewable Energy Resources Kategorie 3 Fachspezifisches Wahlmodul (BOKU) K (SL) 3 CP	Seminar in Global Change and Ecosystems Kategorie 3 Fachspezifisches Wahlmodul (BOKU) Pr 2 CP		28/14
4.	Master's Thesis 30 CP									30/1	

Legende: grün= Kategorie 1; orange=Kategorie 2; grau=Kategorie3; blau=Master's Thesis; CP=Credit Points; K=Klausur; M=Mündlich; Pr=Präsentation; B=Bericht; W=Wissenschaftliche Ausarbeitung; SL=Studienleistung

7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Der Masterstudiengang Biomass Technology (Joint Degree) kann an der TUM und der BOKU Wien studiert werden, wobei mindestens ein Fachsemester im Umfang von 30 Credits an der jeweils anderen Universität absolviert werden muss. Federführend ist die TUM. Organisatorisch und fachlich ist der Masterstudiengang Biomass Technology dem TUMCS zugeordnet.

Der TUMCS bietet derzeit folgende Studiengänge an:

- B.Sc. *Technologie biogener Rohstoffe*
- B.Sc. *Chemische Biotechnologie*
- B.Sc. *Sustainable Management and Technology* (TUM School of Management)
- B.Sc. *Bioökonomie*
- B.Sc. *Biogene Werkstoffe*

- M.Sc. *Technology of Biogenic Resources*
- M.Sc. *Chemical Biotechnology*
- M.Sc. *Bioeconomy*
- M.Sc. *Sustainable Management and Technology* (TUM School of Management)
- M.Sc. *Biomass Technology*

Durch die vorgegebenen Qualifikationsziele und die divergenten Zielgruppen zwischen den einzelnen angebotenen Studiengängen wird ein Konkurrenzeffekt minimiert.

Schwerpunktübergreifend war in die Entwicklung des Masterstudiengangs Studiendekan Prof. Dr. Cordt Zollfrank für die TUM und von Seiten der BOKU Assoc. Prof. Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Alexander Bauer involviert.

Für administrative Aspekte der Studienorganisation sind an der TUM teils die zentralen Arbeitsbereiche des TUM Center for Study and Teaching (TUM CST), teils Einrichtungen des TUMCS und an der BOKU das International Office in Wien zuständig.

Die administrativen Zuständigkeiten an der TUM sind in nachfolgender Liste dargestellt:

- Allgemeine Studienberatung: zentral:
Studienberatung und -information (TUM CST)
E-Mailadresse: studium@tum.de
Telefonnummer: +49 (0)89 289 22245
bietet Informationen und Beratung für:
Studieninteressierte und Studierende
(über Hotline/Service Desk)
- Fachstudienberatung: Dr. Alexander Höldrich, bmt@cs.tum.de
Telefonnummer: +49 (0)9421 187 153
- Studierenden-Service CS: Elke Nothaft, studentservice@cs.tum.de
Telefonnummer: +49 (0)9421 187 147
- Beratung Auslandsaufenthalt/Internationalisierung:
zentral: TUM Global & Alumni Office
internationalcenter@tum.de
dezentral: Olivia Chia-Leeson
international@cs.tum.de
Telefonnummer: +49 (0)9421 187 164
- Frauenbeauftragter: Prof. Dr. Hubert Röder
hubert.roeder@hswt.de
Telefonnummer: +49 (0)9421 187 260
- Beratung barrierefreies Studium: zentral: Servicestelle für behinderte und
chronisch kranke Studierende und
Studieninteressierte (TUM CST)

E-Mailadresse: Handicap@zv.tum.de
 Telefonnummer: +49 (0)89 289 22737

- **Bewerbung und Immatrikulation:** zentral: Bewerbung und Immatrikulation (TUM CST)
 E-Mailadresse: studium@tum.de
 Telefonnummer: +49 (0)89 289 22245
 Bewerbung, Immatrikulation, Student Card, Beurlaubung, Rückmeldung, Exmatrikulation
- **Eignungsverfahren:** zentral: Bewerbung und Immatrikulation (TUM CST)
 dezentral: Dr. Alexander Höldrich, bmt@cs.tum.de
- **Beiträge und Stipendien:** zentral: Beiträge und Stipendien (TUM CST)
 E-Mailadresse: beitragsmanagement@zv.tum.de
 Stipendien und Semesterbeiträge
- **Zentrale Prüfungsangelegenheiten:** zentral: Zentrale Prüfungsangelegenheiten (TUM CST), Campus Freising
 Abschlussdokumente, Prüfungsbescheide, Studienabschlussbescheinigungen
 Christine Yunos, Yunos@zv.tum.de
 Telefonnummer: +49 (0)8161 713 203
- **Dezentrale Prüfungsverwaltung:** Elke Nothaft, exams@cs.tum.de
 Telefonnummer: +49 (0)9421 187 147
- **Prüfungsausschuss:** Prof. Dr. Cordt Zollfrank, TUM (Vorsitzender)
 Dr. Daniela Hutterer, TUM (Schriftführerin)
- **Qualitätsmanagement Studium und Lehre:**
 zentral: Studium und Lehre - Qualitätsmanagement (TUM CST)
www.lehren.tum.de/startseite/team-hrsl/
 dezentral:
 Studiendekan: Prof. Dr. Cordt Zollfrank
 cordt.zollfrank@tum.de
 Telefonnummer: +49 (0)9421 187 450
 QM-Beauftragte, Organisation QM-Zirkel:
 Dr. Daniela Hutterer, Dr. Verena Schüller
qm@cs.tum.de
 Telefonnummer: +49 (0)9421 187-155/-142

Evaluationsbeauftragte:
Dr. Eva Rath, Andreas Niedermeier
qm@cs.tum.de
Telefonnummer: +49 (0)9421 187 151

8 Entwicklungen im Studiengang

Im Jahr 2008 wurde am TUMCS (damals Wissenschaftszentrum Straubing) der Masterstudiengang Nachwachsende Rohstoffe ins Leben gerufen. Dieser wurde unter Mitwirkung weiterer fünf Hochschulen und in Kooperation mit der BOKU Wien als Double Degree geführt. Der Studiengang war zu dem Zeitpunkt noch an der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der TUM School of Life Sciences (ehemals Wissenschaftszentrum Weihenstephan) angesiedelt. Mit der Vergrößerung des Standorts Straubing 2017 zum vierten Campus der TUM und dem Wegfall von vier der fünf Hochschulen, wurde der Bereich der Forschung und Lehre im Bereich Biotechnologie, Werkstoffwissenschaft und Ökonomie am Standort stark vergrößert. Der Masterstudiengang Nachwachsende Rohstoffe wurde daraufhin organisatorisch dem TUMCS zugeschrieben und in einem weiteren Schritt in mehrere, spezialisierende Master aufgeteilt. Zusätzlich wurde auf Wunsch der BOKU ein Joint Degree Master etabliert: der Masterstudiengang Biomassetechnologie, in welchem einer der Bereiche energetische Nutzung, chemisch-stoffliche Nutzung, Rohstoffbereitstellung und Ökonomie des damaligen Masterstudiengangs Nachwachsende Rohstoffe als Schwerpunkt gewählt werden konnte. Dies stand jedoch in Konkurrenz zu den spezialisierenden Masterstudiengängen des TUMCS, die jeweils einen der genannten Schwerpunkte zum Inhalt haben. Daraufhin wurde in einer Änderungssatzung festgelegt, dass anstelle der bisherigen Schwerpunktsetzung sieben ausgewiesene Vertiefungsrichtungen im Wahlmodulbereich Kategorie 2 angeboten werden. Aus diesen Vertiefungsrichtungen Produktion und Bereitstellung biogener Rohstoffe, energetische Nutzung, chemisch-stoffliche Nutzung, Ökonomie, Management, Life Cycle Assessment und Werkstoffe werden vier gleichgewichtete Bereiche gewählt, wodurch eine individuelle Profilbildung auf breiter Basis ermöglicht wird, ohne in Konkurrenz zu den anderen Masterstudiengängen des TUMCS zu treten. Weiterhin wurde der Pflichtbereich durch einen Wahlbereich Kategorie 1 ersetzt, um eine neigungs- und interessensgetriebene Wahl von biomassetechnologischen Kernmodulen zu ermöglichen. Der ursprüngliche Bereich „allgemeinbildende fächerübergreifende Wahlmodule“ wurde in einen Bereich „fachspezifische Wahlmodule“ (19 Credits) und einen Bereich „Allgemeinbildende Wahlmodule“ (3 Credits) geteilt (Kategorie 3). In Letzterem wird die freie Auswahl der Module auf die Sprach-, Geistes- und Sozialwissenschaften eingeschränkt, um dem allgemeinbildenden Charakter Rechnung zu tragen. Im gesamten Curriculum wurden die Äquivalenzmodule von TUMCS und BOKU durch einen Pool an Modulen von TUMCS und BOKU, aus dem die Studierenden frei wählen können, ersetzt. Diese Umstellung erleichtert die Studierbarkeit, da die Äquivalenzmodule in der Vergangenheit, aufgrund der unterschiedlichen Strukturen an TUM (Module) und BOKU (Lehrveranstaltungen), immer wieder zu Schwierigkeiten und Verwirrungen geführt hatten.

Um den Masterstudiengang einer internationalen Zielgruppe zu öffnen und an die anderen Studiengänge des TUMCS anzupassen, erfolgte die Umstellung der Unterrichtssprache auf Englisch und die Titeländerung hin zu Biomass Technology. Da es in der Vergangenheit Kritik an der Eignung der zugelassenen Kandidaten gab, wurde zusätzlich das Eignungsverfahren zur gezielteren Zulassung qualifizierter Studierender angepasst. Die curriculare Analyse der vorhandenen Fachkenntnisse (Stufe 1) und das Begründungsschreiben (Stufe 1) sowie die Eignungsgespräche (Stufe 2) entfallen. Es wird zukünftig einen Multiple-Choice Test geben, der, zusammen mit der Note der besten 140 Credits, in einem einstufigen Eignungsverfahren über die Zulassung entscheidet.