

Studiengangsdokumentation

Bachelorstudiengang Biogene Werkstoffe

Teil A

Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit
Technische Universität München

Stand 28. Juni 2019

Bezeichnung:	Biogene Werkstoffe
Organisatorische Zuordnung:	TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit
Abschluss:	Bachelor of Science (B.Sc.)
Regelstudienzeit (Credits, SWS):	6 Semester (180 Credits, 151 SWS)
Studienform:	Vollzeit
Zulassung:	Offen
Starttermin:	WS 2020/21
Sprache:	Deutsch
Studiengangs-verantwortliche/-r:	Prof. Dr. Cordt Zollfrank
Ergänzende Angaben für besondere Studiengänge:	
Ansprechperson(en) bei Rückfragen:	Prof. Dr. Cordt Zollfrank Telefon: +49 9421 187450 E-Mail: cordt.zollfrank@tum.de

Version/Stand, vom Version 4 / 25. November 2019

Der Studiendekan

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	2
1. STUDIENGANGSZIELE.....	3
1.1. ZWECK DES STUDIENGANGS	3
1.2. STRATEGISCHE BEDEUTUNG DES STUDIENGANGS	4
2. QUALIFIKATIONSPROFIL	6
3. ZIELGRUPPEN	8
3.1. ADRESSATENKREIS	8
3.2. VORKENNTNISSE STUDIENBEWERBER	8
3.3. ZIELZAHLEN	8
4. BEDARFSANALYSE	9
5. WETTBEWERBSANALYSE	11
5.1. EXTERNE WETTBEWERBSANALYSE	11
5.2. INTERNE WETTBEWERBSANALYSE	12
6. AUFBAU DES STUDIENGANGS	14
7. ORGANISATORISCHE ANBINDUNG UND ZUSTÄNDIGKEITEN	20

1. Studiengangsziele

1.1. Zweck des Studiengangs

Die Benennung historischer Zeiträume nach den jeweils brauchbarsten oder innovativsten verfügbaren Werkstoffen (Stein, Kupfer, Bronze, Eisen, Silizium) zeigt die generelle Bedeutung der Disziplin Material-/Werkstoffwissenschaften an. Die Liste der Erfindungen und Entdeckungen, welche direkt auf die sie ermöglichenden Werkstoffe folgten ist schier unerschöpflich und beinhaltet das moderne Mikroskop (Kronglas), Ultraschallsonden, Einspritzdüsen, etc. (Piezoelektrika), sowie Licht emittierende Halbleiterdioden und integrierte Schaltungen (dotiertes Germanium oder Silizium). Jedoch hat der materialwissenschaftliche Fortschritt auch unerwünschte Folgen für die Umwelt, verstärkt durch die hohe Verfügbarkeit von Energie.

Als zukunftsweisende Disziplin sollten, angesichts der dramatischen Veränderungen der Umwelt die in den letzten Jahren zutage getreten sind, die Materialwissenschaften mit Spezialisierung auf biogene Materialien angenommen werden. Diese vermittelt gezielt Kenntnisse über aus nachwachsenden Rohstoffquellen gewonnene, biologisch abbaubare, umweltverträgliche oder Umweltschäden reduzierende Stoffe. Weiterhin schafft Sie ein Bewusstsein über den schonenden Umgang mit Ressourcen. In Abgrenzung zur auf Nachhaltigkeit fokussierten Ökonomie werden in einem materialwissenschaftlichen Studiengang die technischen Details der Gewinnung, Umwandlung, Formgebung, Einsätze und der Entsorgung behandelt. Vor allem aber werden Struktur-Eigenschaftszusammenhänge von Materialien aller Klassen behandelt. Es werden also jene Kompetenzen vermittelt, die notwendig sind um für fortführende Anwender wie Ökonomen, Prozesstechnikern, etc. brauchbare alternative Materialien zu entwickeln.

Neue Ideen in Forschung und Technik sind in zu einem sicherlich nicht unerheblichen Maße vom jeweiligen Ausblick des Erfinders abhängig. So brauchte es beispielsweise zunächst ein Bewusstsein um die Schädlichkeit für Mensch, Tier und Umwelt, um die Forschung in Richtung asbestfreier Dämmungen, bleifreier Piezokeramiken, wiederaufbereiteter Kunststoffe, etc. zu lenken. Ein auf biogene Werkstoffe fokussierter materialwissenschaftlicher Studiengang unterstützt daher durch die Ausbildung von materialwissenschaftlichen Spezialisten die Bestrebung, ein nachhaltigeres Wirtschaften zu ermöglichen. Deren tiefe Einsichten in Struktur-Eigenschaftszusammenhänge, gepaart mit dem Bewusstsein um die Notwendigkeit eines ganzheitlich ressourcenschonenden Handelns von der Gewinnung bis zur Entsorgung, wird sie zu den in Zukunft dringend benötigten Akteuren in Forschung, Unternehmensführung, Politik und Lehre machen.

Auf diesen Überlegungen basiert der Studiengang Biogene Werkstoffe. Er erfüllt daher zwei Zwecke: Zum einen erzeugt er bei angehenden Ingenieuren der Materialwissenschaften ein Bewusstsein über die Notwendigkeiten nachhaltigen Handelns, zum anderen gibt er Ihnen die Kompetenzen an die Hand, diese auch zu erfüllen. Ausgewählte Aspekte einer Ausbildung zum Materialwissenschaftler mit Fokus auf nachhaltigem Handeln beinhalten die Entwicklung von Alternativen zu erdölbasierten Kunststoffen, sowie die Rückbesinnung auf- und erneute Bewertung und Weiterentwicklung traditioneller Methoden der Materialgewinnung und –verarbeitung. Des Weiteren ist auch das Lernen von der Natur, die bioinspirierte Materialsynthese und –strukturierung Bestandteil der Ausbildung.

Absolventen Bachelor Biogene Werkstoffe sind akademisch arbeitsfähig ausgebildete Materialwissenschaftler. Sie können unter Anleitung, oder nach weiterführenden Bildungsmaßnahmen in Betrieb und Universität selbstständig, an der Entwicklung, Anpassung und Prüfung von Materialien und Werkstoffen arbeiten. Der Abschluss Master Biogene Werkstoffe stellt in diesem Zusammenhang den vorgesehenen Bildungsanschluss dar.

1.2. Strategische Bedeutung des Studiengangs

Der Studiengang ist neben seiner aufkommenden fachlichen Bedeutung auch von geographischer bildungsstrategischer Bedeutung: Es ist erklärtes Ziel des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus, Möglichkeiten zum Studium auch außerhalb der großen Ballungsräume zu schaffen. In diesem Zusammenhang eignet sich der Standort des TUM Campus Straubing hervorragend für die Schaffung eines soliden ingenieurwissenschaftlichen und auf Nachhaltigkeit fokussierten Studiengangs: In Straubing betreiben Wissenschaftler bereits seit der Gründung des ehemaligen Wissenschaftszentrums Grundlagenforschung, technologische Entwicklung, sowie sozioökonomische Untersuchungen rund um das Thema Nachhaltigkeit, nachwachsende Rohstoffe und erneuerbare Energien. In Planung sind derzeit deutliche Erweiterungen der Forschungskapazitäten hinsichtlich materialwissenschaftlicher Untersuchungen, sowohl durch zusätzliche Professuren der Technischen Universität München, als auch am Fraunhofer Institutteil Straubing Bio-, Elektro- und Chemo-katalyse. So wird das Thema Nachhaltigkeit in Straubing in einzigartiger Weise an einem kompakten Campus von allen erdenklichen Blickwinkeln betrachtet. Daraus ergeben sich die für Innovationen auch im materialwissenschaftlichen Bereich wichtigen Ideen, Impulse und letztlich wissenschaftliche Fragen.

Die bereits am TUM Campus Straubing bestehenden und geplanten Studiengänge bieten dem Konzept einen passenden Rahmen: Die Studiengänge Nachwachsende Rohstoffe und Chemische Biotechnologie ergänzen um ganzheitliche und chemische Betrachtungen, die Studiengänge TUM-BWL und Bioökonomie geben jeweils einen betriebswirtschaftlichen und volkswirtschaftlichen Rahmen. Und der in der Planung befindliche Studiengang Nachhaltige Energiesysteme bietet eine technologische Anknüpfung.

Der Studiengang entspricht ganz dem Gründungsgedanken des TUM Campus Straubing: Dem Vortreiben des Umbaus der Bayerischen-, Deutschen- und schließlich globalen Material- und Energiewirtschaft auf eine nachhaltigere Rohstoffbasis. Dessen ursprüngliche Standortwahl begründete sich in der Jahrhundertewährenden Bedeutung von Niederbayern als Region des reichen Anbaus von Feldpflanzen und für die Forstwirtschaft. Die Region ist aber auch ein Schwerpunkt des erzeugenden Gewerbes und des Maschinenbaus: Neben den Standorten großer Firmen wie BMW finden sich auch mittelgroße Unternehmen wie beispielsweise Kelheim Fibres, Sennebogen, Sturm, Wolf oder Strama-MPS, sowie viele kleinere Unternehmen in Niederbayern.

Rein quantitativ betrachtet sind die Werkstoffwissenschaften an der Technischen Universität München unterrepräsentiert. So führt die zweitgrößte universitäre technische Bildungsstätte Bayerns, die Technische Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, an ihrem Department Werkstoffwissenschaften 9 Lehrstühle mit 24 Professoren und Privatdozenten zu Felde. Weiterhin gibt es, wie in Abschnitt 5.1 dargelegt, derzeit nirgends einen auf Nachhaltigkeit fokussierten werkstoffwissenschaftlichen Studiengang auf der Bachelorebene. Durch die Schaffung eines solchen kann die Technische Universität München mit dem Standort TUM Campus Straubing, aber auch die Stadt Straubing und die Region Niederbayern einen Wettbewerbsvorteil erzielen. Ganzheitlich betrachtet setzt sich Bayern hierdurch an die Spitze eines globalen Impulses.

Es wird erwartet, dass Absolventen des Studiengangs sowohl in der lokalen Wirtschaft als auch global gefragt sein werden. Aufgrund des genannten Studenumfeldes bringen Sie einzigartigerweise vollumfassende Einsichten zum Thema Nachhaltigkeit und biogene Materialien mit.

2. Qualifikationsprofil

Der Bachelorstudiengang Biogene Werkstoffe ist (zusammen mit einem möglichen ergänzenden und vertiefenden Masterstudium) als Teil einer Ausbildungskette konzipiert, welche das Interesse an mathematischen-, ingenieurs-, naturwissenschaftlichen-, und technischen (,MINT‘) Themen weckt und hält. Gemäß dem HQR kann das Qualifikationsprofil für den Bachelorstudiengang Biogene Werkstoffe anhand der Anforderungen Wissen und Verstehen, Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen und Kommunikation und Kooperation und Wissenschaftliches Selbstverständnis /Professionalität definiert werden. Die formalen Aspekte gemäß HQR (Zulassungsvoraussetzungen, Dauer, Abschlussmöglichkeiten) sind in den Kapiteln 3 und 6 sowie in der Fachprüfungs- und Studienordnung ausgeführt.

Um ihre angedachte Rolle als akademisch arbeitsfähige Materialentwickler und -prüfer auszufüllen, verfügen die Absolventinnen und Absolventen nach Abschluss des Bachelorstudiums der Biogenen Werkstoffe über folgende Fähigkeiten und Kompetenzen:

- Sie haben einen umfassenden Überblick über zusammensetzungs- und strukturbasierte Materialtypen und deren typische Eigenschaften als Grundlage zur vergleichenden Bewertung von vorliegenden Materialien.
- Sie kennen Techniken zur Strukturaufklärung, vor allem hierarchisch aufgebauter Naturstoffe auf Basis derer Struktur-/Eigenschaftszusammenhänge erst hergestellt werden können.
- Sie können charakteristische Eigenschaften von Materialien sachgerecht ermitteln. Dieses liefert das Komplement zu aufgeklärten Strukturen. Sachgerecht bezieht sich in diesem Zusammenhang auf den Usus in Wissenschaft und Anwendung, sowie auf eventuell bestehende Prüfnormen zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit von Ergebnissen.
- Sie verstehen Struktur-Eigenschaftszusammenhänge von Materialien. Dies erlaubt die Entwicklung und Bewertung vorliegender Materialien durch die Konkretisierung genereller Prinzipien.
- Sie beherrschen die mathematischen Methoden um sowohl Strukturen, Eigenschaften als auch deren Zusammenhänge zu formulieren.
- Sie beherrschen die Mittel der Informatik, um komplexe Betrachtungen durchzuführen.
- Sie kennen in Grundzügen die Techniken der Konstruktionslehre und des Maschinenbaus, kennen daher die sich aus den Einsatzgebieten von Materialien ergebenden Anforderungen und können so anwendungsbezogene Materialprofile entwickeln.

Die Absolventen können mit diesen Qualifikationen an der Bewertung und Weiterentwicklung bestehender- und der Entwicklung neuer Materialien mitwirken. Durch die Auslegung des Bachelorstudiengangs und durch das Studiumfeld am TUM Campus Straubing haben Studierende besonderen Bezug zu Materialien, die nachhaltig in Herstellung und Lebenszyklus sind. Insbesondere sind sie, durch die über die reine Materialkunde hinausgehenden Module, qualifiziert, aktuelle Entwicklungen der Materialforschung ganzheitlich zu betrachten.

Mit dem Abschluss des Bachelorstudiengangs Biogene Werkstoffe ist mit weiteren Vertiefungen durch den konsekutiven Masterstudiengang oder internen Weiterbildungen in Unternehmen eine Berufsbefähigung gegeben. Ein großes Augenmerk wird auf der Förderung von selbstständigem, kritischem Denken liegen. Dies ist auch der typischen Rolle von Materialwissenschaftlern als Spezialisten in größeren Arbeitsgruppen geschuldet. Diese ist umso essentieller, da die Absolventen der Biogenen Werkstoffe ‚Spezialisten unter Spezialisten‘ sein werden.

Die vorgesehene Aufteilung in Bachelor- und Master-Abschluss erlaubt entweder einen Einstieg nach Abschluss eines grundlegenden Bachelor-Ingenieursstudiums, oder umgekehrt, die Wahl eines weiterführenden Masterstudiums im Bereich Materialwissenschaften und Werkstofftechnik. Fortführende Masterstudiengänge im Bereich der nachhaltigen Materialwissenschaften sind im Abschnitt ‚Wettbewerbsanalyse‘ genannt.

3. Zielgruppen

3.1. Adressatenkreis

Das Studium richtet sich grundsätzlich an alle Interessenten, deren Studienberechtigung durch eine Hochschulzugangsberechtigung belegt werden kann. Interessent ist in diesem Zusammenhang sinnvollerweise, wer seine berufliche Zukunft in der Anwendung, Entwicklung, Prüfung, Verarbeitung oder Entsorgung und Wiederaufarbeitung von Werkstoffen sieht. Für bereits technisch ausgebildete oder berufserfahrene Kandidaten mit Wunsch zur weiterführenden Schulung ist der Studiengang in hohem Maße geeignet.

3.2. Vorkenntnisse Studienbewerber

Starkes Interesse an und gute Vorkenntnisse in der Mathematik sind ein wichtiger Indikator für eine Eignung zum Studium von Ingenieursdisziplinen, zu denen die Materialwissenschaften gehören. Da in den Materialwissenschaften weiterhin vertieftes Wissen in der Informatik, den naturwissenschaftlichen Fächern der Chemie, Physik, sowie in technischen Fächern wie der Technischen Mechanik und der Konstruktionslehre vermittelt wird, begünstigt bereits vorhandenes Wissen in möglichst vieler dieser Fächer den erfolgreichen Abschluss des Studiums. Zwingende Voraussetzungen zum erfolgreichen Studium sind die Befähigung zum strukturierten logischen Denken, sowie guter Ausdruck in Wort und Schrift.

3.3. Zielzahlen

Derzeit ist der Bachelorstudiengang für 40 Studienanfänger konzipiert. Dies bedeutet etwa 120 Studierende bei Vollbelegung und sechs Semestern Regelstudienzeit.

4. Bedarfsanalyse

Zusammenfassend heißt es in einer Studie des Stifterverbands für die Deutsche Wissenschaft: „Fast die Hälfte [Deutscher Unternehmen] möchte innerhalb der nächsten drei Jahre neues Forschungspersonal einstellen, nur 3 Prozent planen einen Personalabbau. Und in Zukunft wünschen sich die forschenden Unternehmen sogar mehr als 90 Prozent MINT-Absolventen für ihr wissenschaftliches Personal.“¹ Dieses Zitat illustriert den Bedarf an Absolventen mit Abschlüssen in MINT-Fächern alleine in der Forschung. Die Materialwissenschaften belegen im allgemeinen einen konstanten Anteil an den Absolventen von MINT-Fächern. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Bedarf an Absolventen eines innovativen Feldes innerhalb der Materialwissenschaften steigt. Daher sind die Prognosen für den steigenden relativen Bedarf an MINT-Absolventen als Untergrenze für Absolventen der Biogenen Werkstoffe anzunehmen.

In Bezug auf die Aussicht auf Führungspositionen beschreibt das Institut der deutschen Wirtschaft Köln in seinem MINT-Frühjahrsreport 2016, dass „beruflich qualifizierte MINT-Arbeitskräfte [...] häufiger in einer leitenden Position tätig [sind] als sonstige beruflich qualifizierte Arbeitskräfte“.² „Zudem erzielen MINT-Akademiker besonders hohe Löhne“.³

In Bezug auf den geplanten gleichnamigen weiterführenden Masterstudiengang lässt sich dem MINT-Frühjahrsreport 2016 entnehmen dass „die MINT-Studiengänge auch besonders gute Möglichkeiten für den Bildungsaufstieg“ bieten, denn „[a]ngesichts des steigenden Arbeitsmarktbedarfs an MINT-Akademikern und des mittel- und langfristig demografisch bedingten Rückgangs der Studierendenzahlen steht Deutschland vor der Herausforderung, das Potenzial insbesondere der akademischen Bildungsaufsteiger bestmöglich auszuschöpfen“.² Dies zeigt an, dass das Konzept eines durchgängigen Bachelor- und Masterstudiengangs ein zukunftsträchtiges Konzept ist.

Bereits 2010 gab das Bundesministerium für Bildung und Forschung ein 10-Punkte-Programm zur Förderung der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik heraus, in dessen Einleitung es heißt, dass die Bundesregierung „der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik eine besondere Bedeutung bei[misst]“, denn „Werkstoffe sind unverzichtbare Innovationsmotoren für fast alle Industriezweige; Ergebnisse der Materialforschung tragen wesentlich zur Lösung drängender Zukunftsfragen in den Bedarfsfeldern Mobilität, Klima- und Umweltschutz, Energie, Gesundheit, Kommunikation sowie Sicherheit bei.“³ Es werden im Weiteren auch wirtschaftliche Zahlen benannt: „Insgesamt stehen mehr als 70 % des Bruttosozialproduktes in westlichen Technologieländern direkt oder indirekt im Zusammenhang mit der Entwicklung neuer Materialien. In Deutschland erzielt der Bereich jährlich

einen Umsatz von fast einer Billion Euro und beschäftigt rund 5 Millionen Menschen.“³ Dies illustriert die Berufssparten übergreifende wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung, und somit die vielfältigen Betätigungsfelder, materialwissenschaftlicher Disziplinen.

Zahlen zum Bedarf ausdrücklich an Absolventen aus dem Bereich Materialwissenschaften und Werkstofftechnik waren nicht verfügbar. Allerdings lässt sich der Bedarf aus den Angaben des VDI abschätzen: "Mit bundesweit durchschnittlich 81.340 offenen Stellen [für Ingenieure] im dritten Quartal 2017 ist seit Beginn der Aufzeichnungen 2010 ein Rekordhoch erreicht."⁴ Davon abzüglich die im zitierten Bericht genannten 30.000 Bauingenieure, sowie 33.700 offene Stellen aus den Bereichen Maschinen- und Fahrzeugtechnik, sowie Energie- und Elektrotechnik ergibt 17.580 Stellen für die verbliebenen Bereiche Agrar- und Materialwissenschaften, sowie für den Bergbau und die Hüttenkunde. Unter großzügiger Annahme letzterer als jeweils 1.000, und einer gleichmäßigen Aufteilung des Rests ergibt sich ein derzeitiger Bedarf an Absolventen der Materialwissenschaften von 7790 Personen, in Deutschland alleine. Unter Berücksichtigung von notwendigen Eignungen durch Spezialisierungen kann man die Unterbringung von jährlich 100 Absolventen als gegeben annehmen.

Beispiele für Firmen mit hohem Bedarf an Materialwissenschaftlern sind die Bayerischen Motorenwerke, Siltronic und Kelheim Fibres. In den Bayerischen Motorenwerken, und auch ihren Zulieferern, reichen die Tätigkeitsfelder von der Entwicklung von metallischen Legierungen und keramischen Funktionswerkstoffen für Leistungskomponenten über sensorische Bauteile (Abstände, Witterung, Helligkeit, Drücke) bis hin zu Komponenten der Karosserie (Verkleidungen, dämpfende Elemente). Hier kann die Kenntnis über Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Akzeptanz eines zunehmend Umwelt- und Gesundheitsbewussten Käuferkreises beitragen.

Bei der Firma Siltronic arbeiten Materialwissenschaftler an der Verbesserung und der Qualitätssicherung von Halbleiter-Grundmaterialien und –elementen. Dieses erfordert Wissen über die Herstellung halbleitender und metallischer Verbindungen, elektrische und elektronische Eigenschaften, sowie die Methoden der Kristallographie.

In der Firma Kelheim Fibres werden Materialien vornehmlich aus biogenen Polymeren hergestellt. Hier können Absolventen aufgrund ihres umfassenden Wissens über diese Stoffklasse zur Verbesserung von Herstellungsrouten, Produktqualität und der Erschließung neuer Anwendungsfelder beitragen.

5. Wettbewerbsanalyse

5.1. Externe Wettbewerbsanalyse

Materialwissenschaftliche Studiengänge werden, aufgrund der Bedeutung des Fachs als Grundlage technischer Innovationen, von vielen Universitäten und Hochschulen angeboten, die technische Studiengänge anbieten. Die Alternative ist die Beinhaltung von werkstoffkundlichen Vorlesungen in Ingenieursstudiengängen, meist dem Maschinenbau. Letzteres erfüllt jedoch nicht den am TUM Campus Straubing bekundeten Anspruch, für materialwissenschaftliche Fragestellungen höchst ausgebildete Spezialisten zu erhalten. Gesonderte universitäre Studiengänge mit Abschluss Bachelor of Science existieren an:

- Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (Studiengänge Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, sowie daran angelehnt Nanotechnologie)
- Universität Augsburg (Studiengang Materialwissenschaften)
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (Studiengang Materialwissenschaften)
- Technische Universität Berlin (Studiengang Werkstoffwissenschaften)
- Technische Universität Darmstadt (Studiengang Materialwissenschaft)
- Technische Universität Dresden (Studiengang Werkstoffwissenschaft)
- Technische Universität Ilmenau und Friedrich-Schiller-Universität Jena (Studiengang Werkstoffwissenschaft)
- Karlsruher Institut für Technologie (Studiengang Materialwissenschaft und Werkstofftechnik)
- Universität Stuttgart (Studiengang Materialwissenschaft)

Die gelisteten Studiengänge haben jeweils ähnliche Umfänge und angebotene Fächer. Der Straubing am nächsten gelegene Studienort ist Erlangen, somit gibt es im Umkreis von 150 Kilometern um den TUM Campus Straubing keine Möglichkeit, Material-/Werkstoffwissenschaften zu studieren. Des Weiteren bietet keine der genannten Einrichtungen auf biogene Materialien oder Nachhaltigkeit fokussierte Bachelor-Studiengänge an.

Nicht als Wettbewerb, sondern als günstige Anknüpfungspunkte zu sehen sind in diesem Kontext bereits existierende universitäre Masterstudiengänge mit Betonung auf nachhaltigem Handeln. An dieser Stelle erwähnt seien daher nur beispielhaft der Studiengang Master of Science Sustainable Materials der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, der Master of Science in Sustainable Materials

Engineering der Universität Ghent, sowie der Masterstudiengang Advanced Materials for Innovation and Sustainability der Universität von Bordeaux.

Eine Recherche nach international angebotenen, vergleichbaren Studiengängen ergab lediglich folgende zwei Ergebnisse:

- North Carolina State University, College of Natural Resources: Bachelor of Science in Sustainable Materials & Technology
- California State University, Chico: The Bachelor of Science in Sustainable Manufacturing

Somit ist auch die internationale Alleinstellung gewährleistet.

5.2. Interne Wettbewerbsanalyse

An der Technischen Universität München existieren derzeit keine Studienangebote Materialwissenschaften auf Bachelorniveau. Es existieren auf Masterniveau die Studiengänge *Science and Technology of Materials* der Fakultät für Maschinenwesen, sowie *Material Science and Engineering* der Munich School of Engineering. *Biogene Werkstoffe* auf Bachelorniveau stellt in diesem Zusammenhang eine Vermittlung der Grundlagen und somit Hinführung zum Masterniveau dar.

Hinsichtlich dieser Studiengänge bietet der geplante gesamte Studiengang Biogene Werkstoffe (Bachelor und Master) folgende Alleinstellungsmerkmale:

- Die fachlichen Grundlagen werden anhand wiederkehrender Beispiele aus dem Fundus technisch genutzter Naturstoffe vermittelt. Dies vermittelt Studierenden auf besondere Weise die Fähigkeit, Materialien umfassend und im Detail zu kennen, zu charakterisieren und zu bewerten.
- Auf einer Koordinate, welche die Herstellung und Analyse auf der einen Seite (*Science and Technology of Materials*), und Modellbildung und Vorhersage durch Simulation (*Materials Science and Engineering*) auf der anderen Seite hat, ist Biogene Werkstoffe mittig, mit Tendenz zu Herstellung und Analyse angesiedelt. Dieses ergibt sich aus dem Umstand, dass biologische und somit auch biogene Materialien in beiderlei Hinsicht starke zu berücksichtigende Besonderheiten aufweisen. Diese lassen sich beispielhaft -und intuitiv- an den außerordentlichen Zähigkeiten mineralisierter Phasen biologischer Materialien erkennen.

- Der Studiengang ist universitär, das heißt auf die Vermittlung der wissenschaftlichen Grundlagen ausgelegt. Der Praxisbezug wird auf einzigartige Weise durch die Einbettung in das Umfeld des TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit sichergestellt.
- Die Inhalte der Bachelor- und Masterabschnitte sind aufeinander abgestimmt, um eine integrale Ausbildung zu gewährleisten

Am 07. März 2018 erging das Schreiben *Umsetzung Bachelorstudiengang „Biogene Werkstoffe“ (WZS) und Masterstudiengang „Materials Development, Characterization und Application“ (MW)* von Prof. Dr. rer silv. Cordt Zollfrank und Prof. Dr. mont. Habil. Dr. rer. nat. h.c. Ewald Werner an den Vizepräsidenten für Studium und Lehre, Prof. Dr.-Ing. Gerhard Müller. Darin ist festgehalten:

„Nach einer intensiven Diskussion beider beteiligter Einheiten sind wir zu folgendem Ergebnis gekommen, welches wir Ihnen mitteilen möchten:

- Beide Parteien sehen weder unmittelbaren Einfluss noch einen inhaltlichen Zusammenhang zwischen beiden Studiengängen, da es sich zum einen um einen Bachelor- und zum anderen um einen Masterstudiengang handelt. Wir haben es also hier nicht nur mit unterschiedlichen Fachinhalten sondern auch Kompetenzniveaus zu tun.
- Sowohl für die Bachelorabsolventinnen und –absolventen des Bachelor „Biogene Werkstoffe“ als auch des JD - Bachelor „Ingenieurwissenschaften“ soll die Möglichkeit bestehen, in die Master wechselseitig ohne weitere Auflagen zugelassen zu werden.
- Es ist ferner geplant – vorbehaltlich der Studierbarkeit, dass Inhalte des geplanten Masters „Biogene Werkstoffe“ Eingang in den geplanten JD Master „Materials Development, Characterization und Application“ finden. So soll versucht werden, einen eigenen Studienzweig „Biogene Werkstoffe“ in den JD Master zu integrieren. Ein erstes Abstimmungsgespräch ist für Mitte/Ende April vorgesehen.

Wir bitten Sie daher um die Freigabe beider Studiengänge, um diese weiter entwickeln zu können.“

Dem Schreiben wurde entsprochen und der Studiengang JD Master „Materials Development, Characterization und Application“ seither eingerichtet.

6. Aufbau des Studiengangs

Der Beginn des Studiums ist stets zum Wintersemester. Es umfasst 180 ECTS inklusive der Bachelor's Thesis und findet am Standort TUM Campus Straubing statt. Die Abfolge der Module wurde nach dem allgemeinen Prinzip ‚grundlegend zu speziell‘ festgelegt. Demnach gliedert sich das Studium thematisch in die folgenden Abschnitte:

- Grundlagen aller MINT-Disziplinen (1. bis einschließlich 4. Semester). Hierbei behandeln die ersten zwei Semester vorrangig mathematische und naturwissenschaftliche Themen, das 3. und 4. Semester vorrangig technologische Themen.
- Struktur und Eigenschaften von Werkstoffen, Werkstoffanalytik (3. bis einschließlich 6. Semester)

Die Auswahl der Pflichtmodule ergibt sich aus dem Qualifikationsprofil. Hierbei ist die Reihenfolge invers, das heißt, die für die vorgesehene Rolle der Absolventen speziellen Module werden zum Ende des Studiums hin durchlaufen.

„Sie haben einen umfassenden Überblick über zusammensetzungs- und strukturbasierte Materialtypen und deren typische Eigenschaften als Grundlage zur vergleichenden Bewertung von vorliegenden Materialien“:

- Grundlagen der Materialwissenschaften, 3. Semester - Werkstoffkunde, 3. Semester
- Biopolymere, 4. Semestern
- Anorganisch-nichtmetallische Werkstoffe, Wahlfach
- Biologische Materialien in Natur und Technik, Wahlfach
- Grundlagen und Technologie der Metalle, Wahlfach
- Nanoskalige und disperse Materialien, Wahlfach
- Werkstoffe der Elektrotechnik, Wahlfach

„Sie kennen Techniken zur Strukturaufklärung, vor allem hierarchisch aufgebauter Naturstoffe auf Basis derer Struktur-/Eigenschaftszusammenhänge erst hergestellt werden können.“

- Instrumentelle Analytik und Spektroskopie, 3. Semester
- Mikroskopie und Diffraktometrie, 4. Semester

„Sie können charakteristische Eigenschaften von Materialien sachgerecht ermitteln. Dieses liefert das Komplement zu aufgeklärten Strukturen. Sachgerecht bezieht sich in diesem Zusammenhang

auf den Usus in Wissenschaft und Anwendung, sowie auf eventuell bestehende Prüfnormen zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit von Ergebnissen.“

- Materialprüfung, 4. Semester
- Korrosion und Oberflächentechnik, Wahlfach

„Sie verstehen Struktur-Eigenschaftszusammenhänge von Materialien. Dies erlaubt die Entwicklung und Bewertung vorliegender Materialien durch die Konkretisierung genereller Prinzipien.“

- Allgemeine Chemie & Labor-Praktikum Allgemeine und anorganische Chemie, 1. Semester
- Grundlagen organische Chemie & Praktikum Grundlagen organische Chemie, 2. Semester
- Physikalische Chemie, 3. Semester
- Modellierung und Simulation, 3. Semester
- Rheologie und Tribologie, Wahlfach
- Thermodynamik der Mischungen und Stofftransport, Wahlfach
- Grundlagen der Biochemie, Wahlfach

„Sie beherrschen die mathematischen Methoden um sowohl Strukturen, Eigenschaften als auch deren Zusammenhänge zu formulieren.“

- Mathematik & Physik, 1. Semester
- Mathematik, Vertiefung Analysis und Lineare Algebra & Festkörperphysik, 2. Semestern
- Statistik, 4. Semester

„Sie beherrschen die Mittel der Informatik, um komplexe Betrachtungen durchzuführen.“

- Einführung in die Informatik, 2. Semester
- Modellierung und Simulation, 3. Semester
- Numerische Simulation in der Energietechnik, Wahlfach
- Bioinformatik, Wahlfach

„Sie kennen in Grundzügen die Techniken der Konstruktionslehre und des Maschinenbaus, kennen daher die sich aus den Einsatzgebieten von Materialien ergebenden Anforderungen und können so anwendungsbezogene Materialprofile entwickeln.“

- Technische Mechanik Statik, 1. Semester
- Technische Mechanik Elastostatik, 2. Semester
- Fertigungstechnik, Wahlfach

- Wärmeübertragung, Wahlfach
- Strömungsmechanik, Wahlfach
- Forst und Holz, Wahlfach
- Chemische Reaktionstechnik, Wahlfach
- Rechnungswesen und Controlling, Wahlfach
- Grundlagen der Ökobilanzierung/Stoffstromanalyse, Wahlfach
- Betriebliche Ökonomie, Wahlfach
- Personalmanagement, Wahlfach
- Projektmanagement, Wahlfach
- Qualitätsmanagement, Wahlfach

Abbildung 1 zeigt die semesterweise Abfolge der Pflichtmodule mit den wichtigsten Zusammenhängen.

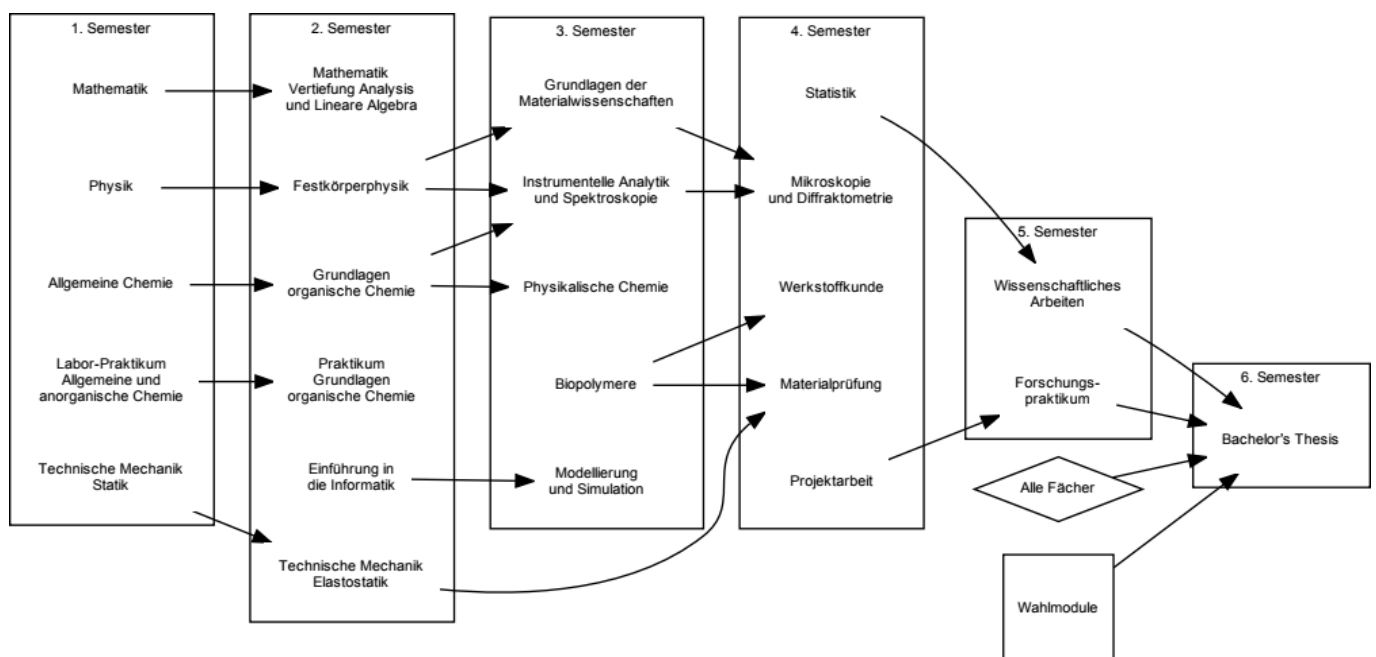


Abbildung 1: Übersicht der Pflichtmodule mit markierten wichtigen Voraussetzungen.

Ein wichtiger Bestandteil einer -auch universitären- materialwissenschaftlichen Ausbildung sind die Lehre begleitende Praktika. Diese machen die gelehrt Materie räumlich haptisch und visuell begreifbar. Diese individuellen Forschungspraktika an den beteiligten Lehrstühlen ermöglichen frühe

Einblicke in aktuelle Forschung und geben Orientierungshilfe zur Wahl der Abschlussarbeit und dem späteren Tätigkeitsfeld.

Es ist vorgesehen, dass der Studiengang komplett am TUM Campus Straubing absolviert werden kann. Es wurde bei der Erstellung der Modulpläne Sorge getragen, dass die Präsenzzeiten der Veranstaltungen über die Semester, und innerhalb der Semester über die Wochentage, gleichmäßig verteilt werden, um den notwendigen Raum zum eigenständigen Wiederholen und Studieren bereit zu stellen. Dies soll weiterhin ein Absolvieren der Leistungen innerhalb der Regelstudienzeit ermöglichen.

Im fünften Semester sind an Modulen vornehmlich Wahlfächer vorgesehen, um interessierten Studierenden einen Auslandsaufenthalt zu ermöglichen. Die Ausnahme bildet der Modul Wissenschaftliches Arbeiten. Dieser wurde aus didaktischen Gründen in das fünfte Semester gelegt. Da vergleichbare anrechenbare Module an relevanten Universitäten weltweit angeboten werden, stellt diese Entscheidung kein Hindernis für einen Auslandsaufenthalt dar. Es ist vorgesehen, Vereinbarungen mit Partneruniversitäten im Ausland zu treffen, um solche Aufenthalte zu vereinfachen und um studentische Austausch zu ermöglichen. In diesem Zusammenhang bestehen bereits Kontakte zum Wallenberg Wood Science Center der Königlich Technischen Hochschule Stockholm.

In der für das sechste Semester vorgesehenen Abschlussarbeit bearbeiten die Kandidaten selbstständig eine materialwissenschaftliche Fragestellung und präsentieren diese in schriftlicher Ausführung sowie mündlich in einem Fachvortrag. Durch die damit verbundenen Tätigkeiten im Labor und/oder am Computerarbeitsplatz demonstrieren Sie ihre Fähigkeit zum selbstständigen Arbeiten.

Das Prüfungskonzept ist im gesamten Lehrkonzept eingebettet, welches nach dem Prinzip des ‚Constructive Alignment‘ aufgebaut und stetig verbessert wird. Es ergibt sich somit aus dem Kreislauf der Lernergebnisse („Zu was sind Studierende anschließend befähigt?“), der Lehr- und Lernmethoden („Mit welchen Lehr- und Lernmethoden erreiche ich die angestrebten Lernergebnisse?“) und der Prüfungsmethoden („Wie muss die Prüfung gestaltet sein, damit die Erreichung der Lernergebnisse beurteilt werden kann?“). Ein wichtiges rückmeldendes Hilfsmittel sind hierbei die Praktika, aus denen die Betreuer den Dozenten Rückmeldung über den gefestigten Wissensstand der Studierenden geben werden. Die Rückmeldungen über die Erfolge der individuellen Abschlussarbeiten werden in diesem Zusammenhang als studiengangübergreifende Mittel zur Kontrolle der Lernergebnisse, das heißt als Referenz für die Befähigungen der Absolventen, verwendet.

Über die fachlichen Studieninhalte hinausgehend werden die Studierenden durch das diverse Umfeld am TUM Campus Straubing geprägt. Hier finden sich der Förderverein CARMEN e.V., das Technologie- und Förderzentrums des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, sowie der Fraunhofer Institutsteil Straubing Bio-, Elektro- und Chemokatalyse. Diese betreiben Beratung, sowie anwendungsnahe Forschung, auch an materialwissenschaftlichen Fragestellungen. Konkret erlaubt dies Studierenden, Projektarbeiten und Forschungspraktika aus diversen Forschungsfeldern zu wählen. Die jeweils zur Seite stehenden Betreuer ermöglichen, durch Diskussionen und Beratungen, unterschiedliche Arbeitsweisen, sowie Betrachtungsweisen von Fragestellungen kennen zu lernen, wert zu schätzen und anzunehmen. Dies hilft Absolventen, ihre angedachte vielschichtige Rolle in unterschiedlichen Arbeitsumfeldern auszufüllen.

Tabelle 1: Beispiel Curriculum für den Bachelorstudiengang Biogene Werkstoffe

Semester	Module						Credits
1.	Mathematik Schriftlich 5 CP	Physik Schriftlich 5 CP	Allgemeine Chemie Schriftlich 5 CP	Labor-Praktikum Allgemeine und anorganische Chemie Laborleistung 5 CP	Technische Mechanik Statik Schriftlich 5 CP	Grundlagen und Technologie der Metalle Schriftlich 5 CP	30
2.	Mathematik Vertiefung Analysis und lineare Algebra Schriftlich 5 CP	Festkörperphysik Schriftlich 5 CP	Grundlagen organische Chemie Schriftlich 5 CP	Praktikum Grundlagen organische Chemie Laborleistung 6 CP	Einführung in die Informatik Schriftlich 5 CP	Technische Mechanik Elastostatik Schriftlich 5 CP	31
3.	Physikalische Chemie Schriftlich 5 CP	Grundlagen d. Materialwissenschaften Schriftlich 5 CP	Instrumentelle Analytik und Spektroskopie Schriftlich 8 CP		Biopolymere Schriftlich 5 CP	Modellierung und Simulation Schriftlich 5 CP	28
4.	Statistik Schriftlich 5 CP	Materialprüfung Schriftlich 5 CP	Mikroskopie und Diffraktometrie Schriftlich 5 CP	Werkstoffkunde Schriftlich 5 CP	Anorganisch nichtmetall. Werkstoffe Schriftlich 5 CP	Projektarbeit Bericht 6 CP	31
Mobilitätsfenster 5.	Forschungspraktikum Bericht 10 CP		Wissenschaft. Arbeiten Schriftlich 5 CP	Chemische Reaktionstechnik Schriftlich 5 CP	Forst und Holz Schriftlich 5 CP	Bioinformatik Schriftlich 5 CP	30
6.	Bachelor's Thesis Bericht 10 CP		Projektmanagement Schriftlich 5 CP	Numerische Simulation in der Energietechn. Schriftlich 5 CP	Wärmeübertragung Schriftlich 5 CP	Nanoskalige und disperse Materialien Schriftlich 5 CP	30
Legende:		Dunkelbau = Thesis / Praktikum					
		Hellblau = Wahlmodule					
		Grau = Pflichtmodule					

7. Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Der Bachelorstudiengang Biogene Werkstoffe ist dem Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit zugeordnet. Mit der Koordination wurde Prof. Dr. Cordt Zollfrank beauftragt. Des Weiteren sind zuständig:

- Fachstudienberatung: Olivia Chia-Leeson (TUMCS)
- Bewerbung: Abteilung Immatrikulation und Bewerbung
- Immatrikulation: Abteilung Immatrikulation und Bewerbung
- Studiengangsverwaltung, inklusive Studienorganisation, Qualitätsmanagement, Evaluation: Olivia Chia-Leeson (TUMCS)
- Öffentlichkeitsarbeit: Herr Friedrich Münch (TUMCS)
- Prüfungsverwaltung: SSCS in Kooperation mit SSZ / Zentrale Prüfungsangelegenheiten
- Ausstellung von Abschlussdokumenten: Zentrale Prüfungsangelegenheiten

Evaluierungen werden, wie gelistet, vom TUMCS durchgeführt, und vom SSCS (Studierendenservice Straubing) ausgewertet. Analog hierzu werden Prüfungen vom TUMCS per TUMOnline organisiert und durchgeführt; die Zeugniserstellung erfolgt am SSZ / Zentrale Prüfungsangelegenheiten. Der Prüfungsausschuss ist zuständig für Entscheidungen in Prüfungsangelegenheiten. Er setzt sich aus dem Vorsitzendem, einem stellvertretendem Vorsitzenden sowie vier weiteren Mitgliedern zusammen, die jeweils einen Vertreter haben. Zusammen mit dem Schriftführer festgelegt. Der Prüfungsausschuss besteht demnach aus sechs Mitgliedern und einem Schriftführer.

Im Einzelnen gehören die folgenden Personen dem Prüfungsausschuss an:

Vorsitzender: Prof. Dr. Cordt Zollfrank (TUM)

Stellv. Vorsitzender: Prof. Dr. Herbert Riepl (HSWT)

Mitglieder:

Prof. Dr. Anja Faße (HSWT)

Vertreter: Dr. Corinna Urmann (HSWT)

Dr. Alexander Höldrich (TUM)

Vertreter: Dr. Daniel Van Opdenbosch (TUM)

Dr. Thomas Decker (HSWT)

Vertreter: Dr. Agnes Emberger-Klein (HSWT)

Dr. Doris Schieder (TUM)

Vertreter: n.n. (TUM)

Schriftführung: Frau Olivia Chia-Leeson (TUM)