



# Studiengangsdokumentation

Masterstudiengang *Matter to Life*

Fakultät für Physik, Munich School of Bioengineering  
Technische Universität München

Bezeichnung	<b>Matter to Life</b>
Organisatorische Zuordnung	<b>Physik-Department, Munich School of Bioengineering</b> (ggf. Studienfakultät, organisatorische Einheit)
Abschluss	<b>Master</b> of Science (M.Sc.)
Regelstudienzeit & Credits	<b>4 Semester &amp; 120 ECTS-Credits</b>
Studienform	Vollzeit
Zulassung	<b>Eignungsverfahren (EV),</b>
Starttermin	<b>WS 2019/2020</b>
Sprache	Englisch
Studiengangsverantwortliche/r	<b>Prof. Dr. Hendrik Dietz</b>
Ggf. ergänzende Angaben für besondere Studiengänge	Kooperation mit Max Planck Schule Matter to Life
Ansprechperson bei Rückfragen	<b>Prof. Hendrik Dietz</b> <b>dietz@tum.de, 289/11615</b> <b>Prof. Friedrich Simmel</b> <b>simmel@tum.de</b>
Version/Stand, vom	Februar 2019
Der/Die Studiendekan/in	Unterschrift

## Inhaltsverzeichnis

1	Studiengangsziele .....	3
1.1	Zweck des Studiengangs .....	3
1.2	Strategische Bedeutung des Studiengangs .....	4
2	Qualifikationsprofil .....	5
3	Zielgruppen .....	7
3.1	Adressatenkreise .....	7
3.2	Vorkenntnisse der Studienbewerber (PRELIM) .....	7
3.3	Zielzahlen .....	8
4	Bedarfsanalyse .....	8
5	Wettbewerbsanalyse .....	10
5.1	Externe Wettbewerbsanalyse .....	10
5.2	Interne Wettbewerbsanalyse .....	11
6	Aufbau des Studiengangs .....	12
6.1	Grundlegender Aufbau .....	12
6.2	Pflichtmodule .....	15
6.3	Wahlmodule .....	17
6.4	Begründung Ablauf .....	19
6.5	Mobilität .....	19
7	Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten .....	20
	Inhaltliche und Organisatorische Anbindung .....	20
	Administrative Zuständigkeiten .....	20

# 1 Studiengangsziele

## 1.1 Zweck des Studiengangs

Der Begriff Matter to Life beschreibt ein Themenfeld des Bioengineering, das sich besonders in den letzten Jahren rasant entwickelt hat. Ganz generell beschäftigt sich das Feld damit, biologische Systeme im Nanobereich explorativ zu erforschen und sich dabei der Kernfrage zu nähern, wie das Zusammenspiel biologischer Bausteine Leben ausmacht und wie man lebensähnliche Systeme replizieren könnte. Matter to Life ist ein multidisziplinäres Feld, in dem die Grenzen wissenschaftlicher Disziplinen immer wieder gezielt überschritten werden, um neue Erkenntnisse für die Grundlagenforschung, aber auch neue Anwendungen möglich zu machen.

Biologische Systeme bestehen aus molekularen Grundbausteinen. Das Zusammenspiel der Grundbausteine schafft die Basis für Leben als einen dynamischen Prozess, der fern vom thermodynamischen Gleichgewicht abläuft. Traditionelle wissenschaftliche Ansätze, bei denen die Analyse der molekularen Grundbausteine im Fokus steht, haben ein immenses Wissen über die Komplexität und Zusammenhänge in biologischen Prozessen und ein breites Knowhow über die Darstellung und Analyse biologischer Systeme zusammengetragen. Dieses gebündelte Know-How dient als Basis für einen neuen wissenschaftlichen Ansatz, bei dem traditionelle wissenschaftliche Pfade verlassen werden, um durch die kreative Nutzung biomolekularer Designprinzipien neue biologische Systeme zu erschaffen. In einem Bottom-up Ansatz werden hier isolierte Einzelbausteine kombiniert um lebensähnliche Prozesse und Materialien zu erzeugen und aus einer neuen Perspektive zu verstehen, als dies bisher mit traditionellen, analytischer ausgerichteten Top-down-Ansätzen möglich war.

Matter to Life umfasst Teilbereiche wie die Bionanotechnologie und die synthetische Biologie. In der Bionanotechnologie werden bspw. synthetische Nanobausteine aus Biomaterialien genutzt, um molekulare Maschinen zu kreieren. Dies könnten eines Tages Nanomaschinen sein, die sich eigenständig bewegen, katalytische Aktivität aufweisen oder mechanische Kräfte ausüben können. Oder man stelle sich wenige Nanometer große Transportshuttles vor, die Krebszellen gezielt attackieren können. Die synthetische Biologie beschäftigt sich mit der Herausforderung biologische Systeme auf der Skala von Zellen oder Zellverbänden so zu manipulieren, dass gänzlich neue Funktionen aus ihnen hervorgehen. Bakterienstämme könnten dann mathematische Programme ausführen, wie bspw. bis zehn zu zählen. Oder sie wären eines Tages in der Lage völlig neue Rohstoffe und Medikamente herzustellen, oder Abfall zu verwerten. Ein weiteres Ziel ist es, lebensähnliche Minimalsysteme aus einzelnen Bausteinen zu kreieren. So könnten bspw. künstliche Zellen erzeugt werden, die sich selbst vervielfältigen oder sich bewegen können. Ein anderer Bereich der synthetischen Biologie, das DNA-Computing, erforscht die Programmierbarkeit von DNA mit der Vision, DNA als neues Speichermedium und programmierbares Biomaterial für die Erschaffung biologischer Rechenmaschinen zu nutzen. Ein weiteres Ziel ist es biologische Systeme quantitativ zu beschreiben und zu modellieren um zuverlässige Vorhersagen über das Verhalten biologischer Systeme treffen zu können. Aus der Modellierung lebendiger und lebensähnlicher Systeme lässt sich dann auch ein komplett neuer Zugang zu der zentralen Frage, was lebendige Systeme eigentlich ausmacht, ableiten. Auf diese Weise kann ein tiefgreifendes Verständnis biologischer Prozesse für die Grundlagenforschung ermöglicht werden.

Noch sind der Großteil der genannten Ziele Zukunftsvisionen, denn die Wissenschaft steckt hier noch in den Kinderschuhen. Doch bereits heute sind Dinge denkbar, die sich vor fünf Jahren niemand vorstellen konnte. Dies zeigt die Geschwindigkeit des jungen Feldes, in dem neue Technologien aus unterschiedlichsten wissenschaftlichen Disziplinen wie der Mathematik, Informatik, Computerwissenschaften, Physik, Maschinenbau, der Elektrotechnik, der Nanotechnologie, der Genetik, der Biochemie oder der Chemie mit der Anwendung auf Biosysteme konvergieren um völlig neue Anwendungen zu ermöglichen und die Grenzen des Möglichen immer wieder zu testen.

Ziel des Studiengangs Matter to Life ist es, innovative und kreative Erfinder auszubilden, die neue Technologien und unbekannte Themenfelder in einem explorativen Learning-by-Doing-Ansatz kombinieren und kreativ mit biologischen Substanzen umgehen, um neue Erkenntnisse zu gewinnen und Anwendungen im Bereich der Lebenswissenschaften zu schaffen.

Der Studiengang ist in die Max Planck School Matter to Life eingebunden. Dieses international ausgerichtete Projekt umfasst drei eigenständige, aber eng kooperierende Masterstudiengänge, in denen das Themengebiet Matter to Life an drei verschiedenen Universitätsstandorten aus unterschiedlichen Schwerpunkten beleuchtet und durch ein Netzwerk aus über 40 renommierten Wissenschaftlern von deutschen Forschungsinstituten unterstützt wird (weitere Infos siehe Kapitel 7).

## 1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

Der Studiengang Matter to Life muss im Kontext zu den existierenden Physik Masterprogramm gesehen werden: Aufbauend auf dem Bachelorstudiengang Physik und den dort angebotenen Schwerpunkten komplettieren die Masterstudiengänge Applied and Engineering Physics, Biophysics, Condensed Matter Physics, sowie Kern-Teilchenphysik das grundständige Studienangebot der Physik. Die strategische Bedeutung für die Fakultät und für die TUM dieser Studiengänge ist offensichtlich. Die Gliederung des klassischen Studienangebotes in vier Schwerpunkte ermöglicht des Weiteren im Rahmen des jeweiligen Eignungsverfahrens neben der gebotenen Berücksichtigung der globalen Parameter spezifische Entscheidungskriterien zu berücksichtigen. So sind z. B. in der stark interdisziplinär ausgelegten *Biophysik* Bewerberprofile denkbar, die im Studiengang Kern-, Teilchen- und Astrophysik auf Ablehnung stoßen würden. Die Differenzierung ist somit Grundvoraussetzung für eine optimierte Bewerberauswahl und stellt sicher, dass für alle Masterstudiengänge die am besten geeigneten Studierenden gefunden werden können

Synergetisch wird im Sinne der Breite der Ausbildung im geringeren Umfang auf die Angebote der jeweils anderen Schwerpunkte zugegriffen. Die nichtphysikalischen Fächer aus den Curricula der Nachbarfakultäten werden in spezifischen Wahlkatalogen gebündelt, so dass auch hier eine innere Struktur erkennbar ist. Übergreifende Kompetenzen werden sowohl im Rahmen eines geeigneten Fächerkatalogs vermittelt, als auch im Zuge der physikalischen Fachausbildung, z. B. in Teamprojekten oder Seminararbeiten. Bei der Zusammenstellung der Studienpläne erfahren die Studierenden durch ein Mentorsystem individuelle Beratung.

Die Masterstudiengänge Physik (Physik der Kondensierten Materie), Physik (Kern-, Teilchen- und Astrophysik) sowie Physik (Biophysik) sind national ausgerichtet und repräsentieren in dieser Differenzierung das Forschungs- und Organisationsprofil der Fakultät. Damit wird die gesamte Breite moderner Physik abgedeckt - von der fundamentalen Hochenergie- und Astroteilchenphysik bis hin zur technischen Physik mit Dynamik von Flüssigkeiten, Optik und den Eigenschaften von weicher und fester Materie. Der Masterstudiengang Physics (Applied and Engineering Physics) mit Unterrichtssprache Englisch ist international ausgerichtet. Das Lehrangebot bündelt die jeweils technik- und anwendungsorientierten Inhalte der oben genannten Teilbereiche, die traditionell einen Fokus der TUM-Physik bilden und wird komplettiert durch die einzigartigen technologischen Ressourcen am Forschungscampus.

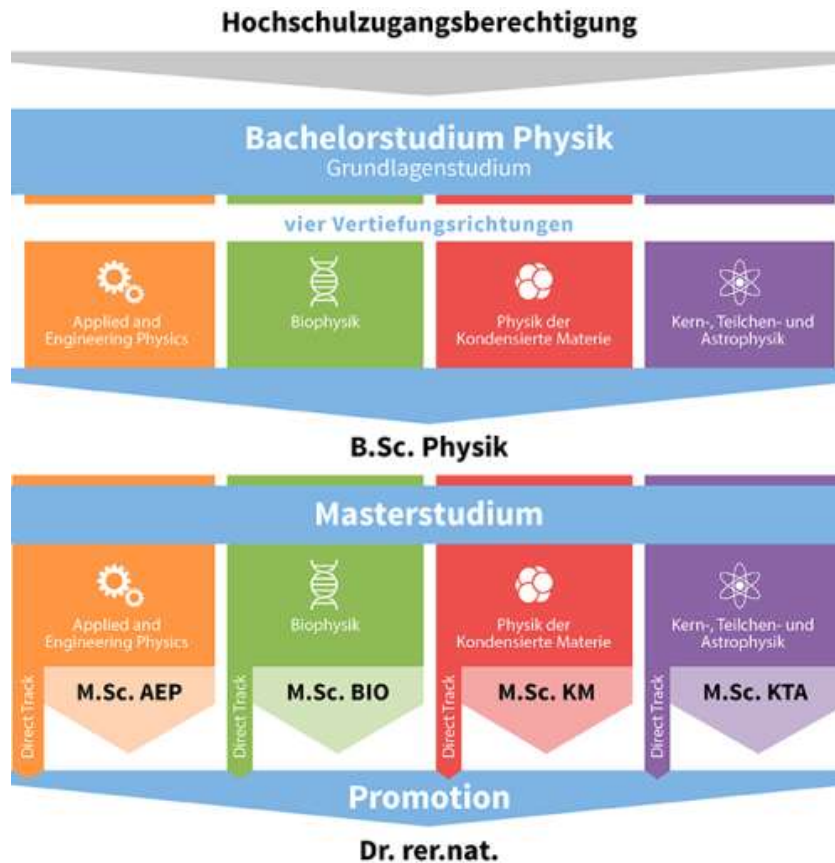


Abbildung 1: Die Konsekutive Bachelor-Masterstruktur des Physikstudiums an der TU München nach Umsetzung des Bologna-Prozesses. Der Studiengang Matter to Life ist der Beitrag der TUM zu der länderübergreifenden, international ausgerichteten Max Planck School. Der Master-Studiengang Matter to Life wird mehrheitlich durch Wissenschaftler und Dozenten der Physik betrieben, auch wenn es dabei auch um Inhalte geht, die aus dem klassischen Bereich der Physik her austreten. Sinnvollerweise wird der Studiengang daher auch an der Fakultät für Physik betrieben. Während die bestehenden Master-Studiengänge der Physik ausschliesslich Physikern (BSc) vorbehalten sind, richtet sich der interdisziplinäre Studiengang Matter to Life an ein interdisziplinäres aus Physikern, Chemikern, Biochemikern, molekulare Biotechnologen o.ä. Damit komplettiert der Matter to Life Studiengang die existierende Palette und wirkt attraktivitätssteigernd. Aufgrund der Einbettung die Max Planck School mit insgesamt drei Trägeruniversitäten und einer Vielzahl von außeruniversitären Instituten kann der Studiengang eine hohe Sichtbarkeit und Strahlkraft erreichen.

## 2 Qualifikationsprofil

Im Studiengang Matter to Life sollen den Studierenden der notwendige multidisziplinäre Hintergrund, die praktischen Fähigkeiten und die notwendigen Sozialkompetenzen vermittelt werden, um als kreative Innovatoren in der Forschungslandschaft des molekularen Bioengineerings zu wirken. Insbesondere soll der Studiengang den wissenschaftlichen Spieltrieb und exploratives out-of-the-box-Denken fördern und die Kombination neuer Technologien anregen.

### Wissen und Wissensverständnis

Die Absolventen des Studiengangs Matter to Life weisen ein in Praxis und Theorie vertieftes bzw. erweitertes Wissen im Bereich des molekularen Bioengineerings, der Synthetischen Biologie und der Bionanotechnologie auf. Alle Absolventen verfügen über eine vertiefte Kenntnis zellulärer Prozesse und deren physikalisch-chemischer Grundlagen. Sie sind darüber hinaus in der Lage dieses Wissen eigenständig weiter zu vertiefen und auf andere Systeme zu transferieren. Sie kennen relevante Kräfte, Energien, Zeit- und Längenskalen, sowie verschiedene

Typen der biomolekularen Interaktion im zellulären Kontext und können diese prinzipiell mittels molekularbiologischer, proteinchemischer, strukturbiochemischer und biophysikalischer Methoden analysieren. Die Absolventen kennen grundlegende Prozesse für die Ausbildung natürlicher biomolekularer Strukturen und können diese mit aktuellen Designprinzipien zur Konstruktion künstlicher biomolekularer Strukturen vergleichen und mit Hilfe der Molekulardynamik gegebenenfalls modellieren.

### **Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen**

Die Absolventen denken und lernen kreativ und eigenständig im forschungsnahen Kontext. Ihre erworbene Fach- und Methodenkompetenz (z.B. Fluoreszenz- oder Elektronenmikroskopie, Proteinchemie, Molekularbiologie, Datenanalyse) können die Absolventen einsetzen um wissenschaftliche Forschungsprojekte eigenständig zu bearbeiten und mittels kreativem out-of-the-Box-Denken neue Forschungsfragen abzuleiten sowie Lösungsstrategien für wissenschaftliche Fragestellungen zu entwickeln. Hierfür nutzen sie verschiedene Strategien der wissenschaftlichen Methodik und können situationsgerecht sowohl explorative als auch hypothesengetriebene Forschungsansätze verfolgen. Das Konzept von Kontrollen, sowie Ausschluss und Modelltests können sie eigenständig auf neue Sachverhalte im Bereich der physikalischen und zellulären Biochemie und Biophysik anwenden um wissenschaftliche Hypothesen zu prüfen und neue Erkenntnisse zu generieren. Auf Basis ihrer Experimente können die Absolventen fundierte Entscheidung über weitere Vorgehensweisen treffen und diese reflektieren. Die Absolventen sind es gewohnt sich in neue Mess-, Darstellungs- und Analysemethoden mit anfänglicher Hilfestellung einzuarbeiten. Sie sind mit der Analyse komplexer Datensätze wie bspw. Sequenzdaten, Strukturdaten, oder Bilddaten vertraut und können wissenschaftlich fundierte Hypothesen und Modelle aus den Daten ableiten. Die Absolventen sind in der Lage, synthetische Interaktionen bzw. Interaktionssysteme zu planen. Dabei können sie ihre Fach- und Methodenkompetenz bezüglich des biomolekularen Designs kreativ in den Prozess der Strukturentwicklung einfließen lassen um lebensähnliche System zu modellieren, zu erzeugen und zu analysieren.

### **Kommunikation und Kooperation**

Die Absolventen des Studiengangs sind in der Lage sowohl eigene als auch fremde Forschungsergebnisse darzustellen, zu erläutern und kritisch zu interpretieren. Sie haben die entsprechenden sprachlichen und kommunikativen Fähigkeiten um ihre Forschungsarbeit auf internationalen Konferenzen zu präsentieren. Hierbei sind sie im Speziellen mit dem interdisziplinären Austausch in einem multidisziplinären Feld vertraut und können andere Sichtweisen fundiert reflektieren. In wissenschaftlichen Arbeitsgruppen zeigen die Absolventen eine hohe Motivation und Routine für die Zusammenarbeit in Teams und in interdisziplinären Kollaborationen.

### **Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität**

Im Studiengang Matter to Life entwickeln die Absolventen ein klares berufliches Selbstbild für eine gute wissenschaftliche Praxis, beispielsweise hinsichtlich der unvoreingenommenen Analyse großer Datensätze, der sauberen Probenhandhabung oder der korrekten Ausführung unabhängiger Triplikate. Zielstrebiges, leistungsorientiertes Arbeiten ist eine Eigenschaft, die die Studierenden bereits im Auswahlverfahren unter Beweis gestellt haben und im Laufe des Masterstudiums weiter in Bezug auf die zielstrebige, ausdauernde Arbeitsweise an wissenschaftlichen Fragestellungen ausbauen. Hiermit verbunden ist ein konstruktiver Umgang mit unerwarteten, zunächst unerklärlichen Forschungsergebnissen. Bezüglich neuer wissenschaftlicher Sachverhalte und Analysemethoden verfügen die Absolventen über die Fähigkeit zur Eigendidaktik in einem zielorientierten Learning-by-Doing-Ansatz. Dadurch sind sie in der Lage, sich an zukünftige Entwicklungen, wie bspw. neue Darstellungs- oder Analysemethoden anzupassen. Die Absolventen sind sich über ihr eigens gewähltes Spezialisierungsprofil und den daraus resultierenden Stärken und Schwächen bewusst und können sich auf Basis dessen strategisch in interdisziplinäre Kollaborationen einbringen und ihre eigenen Fähigkeiten weiterentwickeln.

Nach dem Studium weisen die Absolventen bereits wichtige Erfahrungen in der Zusammenarbeit in interdisziplinären Projekten auf und sind in der Lage einige Konfliktpotentiale frühzeitig zu erkennen. Die Absolventen reflektieren ihr eigenes berufliches Handeln im wissenschaftlichen und nichtwissenschaftlichen Bereich, indem sie bspw. Tierversuche gründlich überdenken und sich des gesellschaftlichen Interesses und des Ausmaßes der eigenen Forschungsarbeit bewusst sind. Nach dem Studium sind die Absolventen bereit, ihre Fähigkeiten zu nutzen um die Entwicklung des Forschungsbereichs aktiv mitzugestalten.

### **3 Zielgruppen**

#### **3.1 Adressatenkreise**

Das Studienangebot für den Masterstudiengang Matter to Life richtet sich an leistungsstarke, motivierte und zielstrebige Absolventen mit überdurchschnittlich bestandener, mindestens sechssemestrigen Bachelorabschluss oder einem mindestens gleichwertigen Abschluss in den Studienfächern Physik, Chemie, Biochemie, oder vergleichbaren Studiengängen im Bereich der Natur- oder Ingenieurwissenschaften (wie z.B. Bachelorabschluss in Biophysik, Bioengineering, Molekularer Biotechnologie oder Molekularer Medizin). Die Bewerber sollten außerdem stark am zukünftigen Mitwirken in der Grundlagenforschung und Entwicklung im Feld des molekularen Bioengineerings im akademischen oder industriellen Bereich interessiert sein und ein konzentriertes und lernintensives Vollzeitstudium aufnehmen oder fortführen wollen. Der Studiengang adressiert Absolventen von in- und ausländischen Hochschulen, wird aber überwiegend international und online beworben.

Die Vergabe der Studienplätze erfolgt im Rahmen eines dreistufigen Eignungsverfahrens (EV), in dem zunächst neben der fachlichen Qualifikation aus dem absolvierten Bachelorstudium auch die gemittelte Gesamtnote sowie ein sachliches Begründungsschreiben für den Studienwunsch berücksichtigt werden. Bewerber, die die erste Auswahlstufe bestanden haben, werden zu einem Eignungsgespräch über ein Videokonferenzsystem eingeladen, in dem die fachliche Qualifikation und die Begründung des Studienwunsches weiter hinterfragt und abgeklärt werden können. Bewerber, die Stufe 2 erfolgreich absolviert haben, werden in der dritten Auswahlrunde vor Ort eingeladen und interviewt. Das fachliche Verständnis und Diskussionsvermögen wird hier anhand einer wissenschaftlichen Diskussion über einen Text geprüft, den die Studierenden mindestens drei Tage vor Beginn des Gesprächs erhalten. Die Endgültige Auswahl erfolgt auf Basis eines Punktesystems das über alle drei Bewerbungsstufen addiert. Das Eignungsverfahren ermöglicht die Rekrutierung von fachlich qualifizierten Bewerbern, die speziell für den Masterstudiengang Matter to Life an der TUM geeignet sind.

#### **3.2 Vorkenntnisse der Studienbewerber**

Die Bewerber werden mit unterschiedlichen Bachelorabschlüssen aus den Bereichen Physik, Chemie, Biochemie und Ingenieurwissenschaften in das multidisziplinäre Masterstudienprogramm Matter to Life eintreten. Sie sollten daher grundsätzlich die Bereitschaft und die Fähigkeit mitbringen, eventuelle Wissenslücken aus dem Bereich der Physik, Chemie oder Biochemie bzw. Zellbiologie eigenständig nachzuholen. Im Allgemeinen sollten die Studierenden Fachkompetenzen, auf entsprechendem Niveau, eines biochemisch-orientierten, chemisch-orientierten oder physikalisch-orientierten Bachelorabschlusses mitbringen, wobei angehende Bachelor-Absolventen aus z.B. dem biochemisch-orientierten Bereich ein starkes biochemisches Profil mit überdurchschnittlichen Leistungen und ein hohes Interesse für physikalische und chemische Sachverhalte vorweisen sollten. Entsprechendes gilt in für Bewerber aus der physikalisch- oder chemisch-orientierten Richtung. Fachübergreifend sollten die Bewerber über Grundlagen einer wissenschaftlichen und methodenorientierten Arbeitsweise verfügen sowie die Fähigkeit besitzen komplexe und schwierige Problemstellungen zu analysieren und sinnvolle Lösungsansätze abzuleiten.

Im Bereich Biochemie und Zellbiologie sollten alle Bewerber ein grundlegendes Verständnis von Biomolekülen (Proteine, DNA, Membranen, Hormone) haben und zelluläre Prozesse und



Systeme kennen (Zellorganellen, zelluläre und interzelluläre Kommunikation, Genexpression, Zelltransport, Zellteilung). Auch Kenntnisse der Strukturanalyse (Kristallographie, Elektronenmikroskopie) und der spektroskopischen Analyse von Biomolekülen sind von Vorteil. Handwerglich sind praktische Erfahrungen im Nasslabor und eine Grundkenntnis molekularbiologischer Arbeitsmethoden von Vorteil (PCR-Verfahren, Klonierung, Proteinexpression).

Die Bewerber brauchen ein Verständnis für die mathematischen, physikalischen und chemischen Grundlagen biochemischer Sachverhalte. Hierzu zählen mathematische Methoden der Differential- und Integralrechnung, die Anwendung von Taylorreihen und Algebra auf Bachelorniveau eines naturwissenschaftlichen Studiums wie bspw. Biochemie. Aus dem Bereich Physik sollten alle Bewerber die Regeln der Newton'sche Mechanik, Grundkenntnisse der Quantenmechanik, Elektrodynamik und Hauptsätze der Thermodynamik entsprechend dem Niveau des Abiturs und eines naturwissenschaftlichen Bachelorstudiengangs wie bspw. Biochemie aufweisen können. Aus dem Bereich Chemie sollten die Bewerber grundlegende Kenntnisse der anorganischen und organischen Chemie verfügen. Wissen aus dem Bereich der molekularen Medizin (Immunologie, Pharmakologie, Klinische Chemie) ist von Vorteil.

Zusätzlich sollten die Bewerber gute Kenntnisse der englischen Sprache mitbringen, die notwendig sind, um den Modulveranstaltungen in englischer Sprache zu folgen, sich mit Kommilitonen auszutauschen, um wissenschaftliche Themen in englischer Sprache zu diskutieren und um englischsprachige Fachliteratur zu verstehen. Für die Literaturrecherche, die Organisation des Studiums und die Bearbeitung wissenschaftlicher Forschungsprojekte sind Computerkenntnisse (Datenverarbeitung, Präsentationen) von Vorteil.

### 3.3 Zielzahlen

Der Studiengang Matter to Life stellt eine spezialisierte Ausbildung dar, die zum einen auf Grund seiner multidisziplinären Ausrichtung aufbauend auf unterschiedlichen Bachelorabschlüssen hohe Anforderung an die Eigenleistung der Studierenden stellt und zum anderen mit einem hohen Anteil an praktischen Modulen mit Einzel- oder Gruppenbetreuung ab dem ersten Semester ein hohes Verhältnis von Betreuern zu Studierenden garantieren möchte.

Um ein hohes Betreuungsverhältnis zu ermöglichen und ausreichend Zugang zu wissenschaftlichen Arbeitsplätzen in den Arbeitsgruppen der Biophysik garantieren zu können, wird für diesen Studiengang eine kleine Kohorte von 8-12 Studenten pro Jahrgang angestrebt. Diese geringe Kohorten-Größe wird durch strenge Auswahlkriterien in einem dreistufigen Eingangsverfahren erreicht, wodurch auch nur die besten Bewerber zugelassen werden, die die geeignetsten Fach- und Sozialkompetenzen mitbringen, um das Studienprogramm erfolgreich zu bestreiten.

Weitere strategische Gründe für die kleine Kohorte begründen sich in der thematischen Schnittmenge des Studiengangs Matter to Life mit den TUM-Studiengängen Biochemie und Biophysik. Das strategische Ziel des Studiengangs Matter to Life soll bleiben, das Ausbildungsprofil dieser Studiengänge so zu ergänzen, dass internationale und nationale Studierende, die weder in der Biochemie noch in der Biophysik ausreichend Schnittmengen im Bereich Matter to Life finden, angeworben werden und an der TUM ausgebildet werden können.

## 4 Bedarfsanalyse

Auf Grund der forschungsnahen Ausrichtung des Studiengangs ist davon auszugehen, dass der größte Anteil der Absolventen, ähnlich wie bei den Absolventen des Biochemiemasters auch, nach dem Masterstudiengang eine Promotion im nationalen oder internationalen Raum aufnehmen wird<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Quelle: Studiengangsdokumentation des BC Masters an der TUM, Stand: 03.05.2018

In Deutschland und europaweit finden sich eine wachsende Anzahl an interdisziplinären Nachwuchsgruppen und jungen etablierten Gruppen mit spezieller Forschungsausrichtung auf molekulares Bioengineering, Synthetische Biophysik, synthetische Biologie, Bionanotechnologie und angrenzende Bereiche wie Systems Biology oder Computational Biology. Auch klassisch orientierte Arbeitsgruppen aus Bereichen wie der zellulären Biophysik, der Biochemie, der molekularen Biotechnologie oder des metabolischen Engineerings befassen sich mehr und mehr mit Konzepten des Biodesigns und des Synthetische Biophysiks. Die Absolventen des Studiengangs Synthetische Biophysik sind ideal dafür ausgebildet in all diesen Bereichen eine forschende Tätigkeit im Rahmen einer Promotion und anschließendem Post-Doc aufzunehmen.

Im Vergleich zu Europa nehmen die USA hinsichtlich der Forschungslandschaft im Bereich des molekularen Bioengineerings eine Vorreiterrolle ein und bieten mit renommierten Forschungsinstituten wie dem *WYSS Institute for Biologically Inspired Engineering* in Harvard, dem *Department for Biological Engineering* am MIT, dem *Byers Center for Biodesign* in Stanford, oder dem *Department of Bioengineering* in Berkeley zahlreiche Karrierechancen für die Absolventen des Studiengangs Synthetische Biophysik. Für Europa ist im Vergleich ein Aufholbedarf zu erkennen<sup>2</sup>, der mit Förderinitiativen der Europäischen Kommission, des BMBF und der Länder wahrgenommen wurde<sup>3,4</sup>. Speziell in Europa ist deswegen ein Wachstum des Forschungsfeldes samt zunehmendem Bedarf an Nachwuchswissenschaftlern im Bereich des molekularen Bioengineerings sehr wahrscheinlich.

Auch in Zukunft ist für Matter to Life noch mehr Konvergenz der Technologien zu erwarten. So wird beispielsweise antizipiert, dass die aktuellen Entwicklungen hinsichtlich der Verarbeitungen von Massendaten (Big Data) auch für Matter to Life eine große Rolle einnehmen werden<sup>5</sup>. Weitere emerging fields sind die Synthese ganzer Genome oder das DNA-Computing. Die Absolventen des Studiengangs zählen dann zu einer neuen Generation an Wissenschaftlern, die auf ein derart schnelllebiges Feld gut vorbereitet sind und in diesem Feld kreativ wirken können, um neue Türen für die Grundlagenforschung und für neue Anwendungen aufzustoßen.

Eine Größenordnung über die Anzahl an weltweit forschenden Instituten, die mit Universitäten assoziiert sind, lässt sich allein aus der Anzahl von 641 verschiedenen Masterprogrammen ableiten, die im Bereich Bio- and Biomedical Engineering weltweit angeboten werden<sup>6</sup>. Hinzu kommen außeruniversitäre Forschungseinrichtungen wie bspw. in Deutschland die Max-Planck-Institute, die Helmholtz-Gemeinschaft und die Fraunhofer Institute, die mit Forschungsnetzwerken wie MaxSynBio<sup>7</sup> und Max Planck Research Schulen<sup>8</sup> in den Bereich des molekularen Bioengineerings investieren.

Auch die forschende Industrie wird zunehmend interdisziplinärer und mit fortschreitender Entwicklung des Bioengineering Feldes auch Bedarf für Absolventen haben, wie sich aktuell an Beispielen wie Microsoft-Research<sup>9</sup> oder Google AI zeigt<sup>10</sup>. Da das Themengebiet so neuartig und multidisziplinär ist, passen die Absolventen nicht exakt auf ein typisches Karriereprofil

---

<sup>2</sup> [http://www.iop.org/publications/iop/2008/page\\_44073.html](http://www.iop.org/publications/iop/2008/page_44073.html)

<sup>3</sup> [https://dechema.de/dechema\\_media/Downloads/Positionspapiere/PP\\_SynthBio\\_2016\\_A5.pdf](https://dechema.de/dechema_media/Downloads/Positionspapiere/PP_SynthBio_2016_A5.pdf)

<sup>4</sup> <https://www.erasynbio.eu>

<sup>5</sup> Siehe z.B. <https://ai.google/research/teams/applied-science/>

<sup>6</sup> <https://www.mastersportal.com/search/#q=di-30|lv-master,preparation|!dg-prebachelor,language>

<sup>7</sup> <https://www.maxsynbio.mpg.de>

<sup>8</sup> <https://www.mpg.de/de/imprs>

<sup>9</sup> <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/dna-storage/>

<sup>10</sup> <https://ai.google/research/teams/applied-science/>

wie es sich bspw. für Biochemiker oder Biophysiker finden lässt<sup>11</sup>. Dank ihrer multidisziplinären Ausbildung können sie jedoch trotzdem das Anforderungsprofil einiger Stellenausschreibungen aus den Bereichen Biophysik und Biochemie erfüllen und nach dem Masterabschluss direkt in die Industrie wechseln, speziell in die Biotechnologie-Branche, für die in den letzten zehn Jahren in Deutschland ein kontinuierlicher Anstieg an Umsatz, Mitarbeitern und Firmengründungen verzeichnet werden kann<sup>12</sup>

Als kreative Innovatoren können sich einige Absolventen des Studiengangs maßgeblich in den wachsenden Markt an Biotech-Startups einbringen, der sich bislang vor allem in den USA entwickelt hat<sup>13</sup>. Das Feld birgt hier ein großes Potential für innovative Firmengründungen<sup>2</sup>. Die TUM als unternehmerische Universität mit der strategischen Verbindung zur UnternehmerTUM bietet hier eine besonders günstige Synergie-Konstellation.

## 5 Wettbewerbsanalyse

### 5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Mit zahlreichen speziellen Forschungsinstituten und – departments wie bspw. dem Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering in Harvard, dem Department for Biological Engineering am MIT, dem Byers Center for Biodesign in Stanford, oder dem Department of Bioengineering in Berkely, sind die USA aktuell der stärkste Forschungs- und Ausbildungsstandort im Bereich Synthetische Biophysik. Meist steht hier der Engineering-Aspekt biologischer Prozesse, wie er auch in Matter to Life eine zentrale Rolle einnimmt, im Vordergrund. Beispielsweise bietet Harvard den Studiengang Bioengineering im Rahmen der School of Engineering and Applied Science an. Master- und PhD-Programme und entsprechende Forschungsdepartments für Bioengineering finden sich in den USA an fast jeder naturwissenschaftlich ausgerichteten Universität. Hierbei umfassen Ausbildungsprogramme im Bereich Bioengineering meist auch Aspekte der klassischen Biochemie, Genetik und Molekularbiologie, und die der synthetischen Biologie und des Synthetische Biophysiks.

Europaweit, in den vereinigten Königreichen und in Skandinavien finden sich nur vereinzelt interdisziplinäre Masterprogramme mit ähnlicher Ausrichtung. Als Beispiele sind hier das Master Programm Systems and Synthetic Biology an der Universität Paris-Saclay<sup>14</sup> oder die Studiengänge Molecular Bioengineering an der ETH Zürich<sup>15</sup> und am Imperial College in London<sup>16</sup> zu nennen.

Im deutschlandweiten Vergleich (hochschulkompass.de, google.de) bieten die TU Dresden und die TU Hamburg vergleichbare Studiengänge an. In Dresden ist es möglich den Masterstudiengang Molecular Bioengineering zu belegen, der eine ähnliche fachliche Ausrichtung zeigt<sup>17</sup>. Im Unterschied zum Dresdner Studiengang soll allerdings in München ein größerer Anteil an biophysikalischen Elementen einfließen und ein stärkeres Augenmerk auf der Förderung des kreativen Out-of-the-Box Denkens und des eigenständigen wissenschaftlichen Arbeitens liegen. An der TU Hamburg kann der Masterstudiengang Bioprocess Engineering

---

<sup>11</sup> [www.karrieresprung.de](http://www.karrieresprung.de)

<sup>12</sup> [http://biotechnologie.de/statistics\\_articles/27-die-deutsche-biotechnologie-branche-2018](http://biotechnologie.de/statistics_articles/27-die-deutsche-biotechnologie-branche-2018)

<sup>13</sup> <https://angel.co/synthetic-biology>

<sup>14</sup> <https://www.universite-paris-saclay.fr/en/education/master/m2-systems-synthetic-biology-ssb>

<sup>15</sup> <http://www.master-biomed.ethz.ch/education/molecular-bioengineering.html>

<sup>16</sup> <https://www.imperial.ac.uk/study/ug/courses/bioengineering-department/molecular-bioengineering-meng/>

<sup>17</sup> <http://www.biotec.tu-dresden.de/de/lehre/masterkurse/molecular-bioengineering.html>

belegt werden, der allerdings neben dem molekularen auch multiscale Synthetische Biophysik umfasst und so weniger Fokus auf zelluläre Prozesse und biomolekulare Interaktionen legt<sup>18</sup>.

In München kann die Einführung des Studiengangs eine Chance sein, zusammen mit anderen renommierten Adressen eine Vorreiterrolle in Europa einzunehmen und begabte Studierende aus dem nationalen und internationalen Bereich zu gewinnen.

## 5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

Mit insgesamt 13 unterschiedlichen Masterstudiengängen bietet die TUM ein breites Angebot im Bereich der Biowissenschaften an. Den vielschichtigen Bereichen des Bioengineering wird durch 12 differenzierte Masterstudiengänge Rechnung getragen. Hierbei haben die Studierenden die Möglichkeit, sich für eine eher physikalische (Biophysik, Matter to Life), eher chemische (Biochemie), eher mathematische (Biomedical Computing, Bioinformatik), eher technische (Pharmazeutische Bioprozesstechnik, Biomassetechnologie, Industrielle Biotechnologie, Technologie und Biotechnologie der Lebensmittel) oder eher medizinische (Radiation Biology, Biomedical Engineering, Molekulare Biotechnologie) Ausrichtung ihres Studienganges im Bereich des Bioengineering zu entscheiden (siehe Abbildung 1).

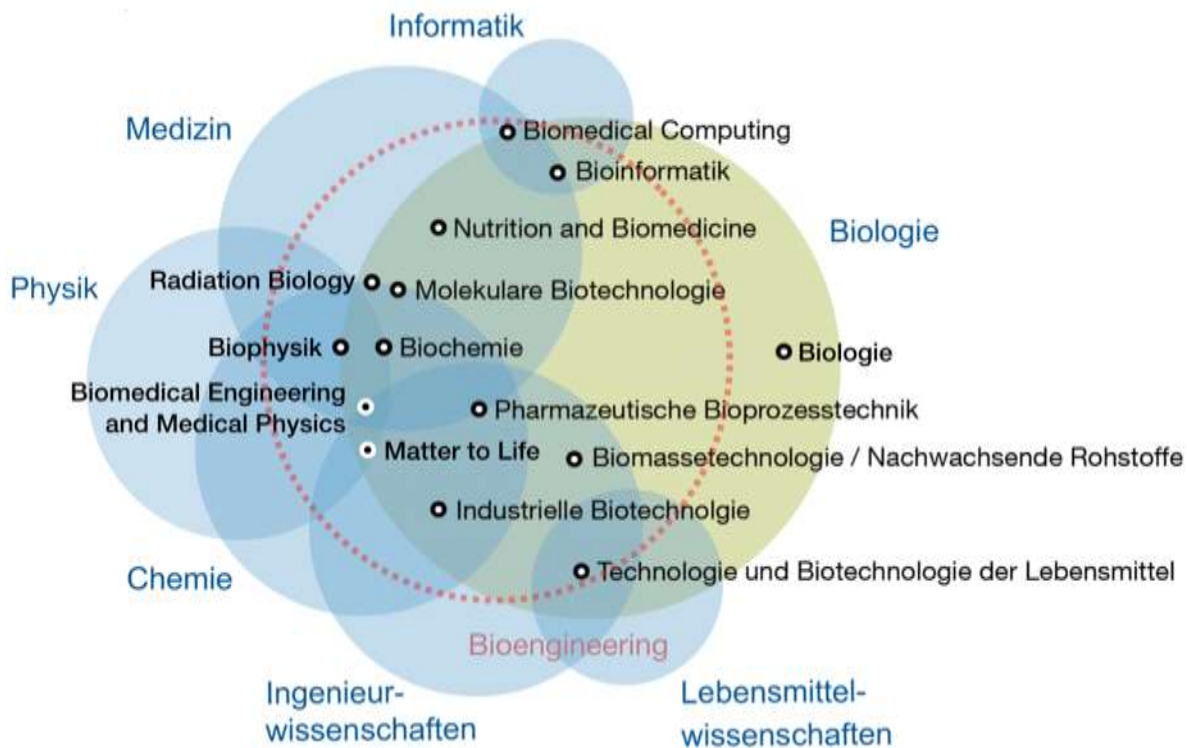


Abbildung 2: Einordnung des geplanten Studiengangs Matter to Life das Angebot der Masterstudiengänge in Biowissenschaften an der TUM. Schwarz: Etablierte Studiengänge; weiß: geplante Studiengänge.

Das Alleinstellungsmerkmal des Studiengangs liegt vor allem in der Auswahl zugelassener Studenten. Während in die ähnlichsten Studiengänge Biochemie bzw. Biophysik fast ausschließlich Absolventen mit einem Bachelorabschluss in Biochemie bzw. Biophysik aufgenommen werden, sollen im Studiengang Matter to Life gezielt Studenten mit unterschiedlichen Grundausbildungen ausgewählt werden, die sich dem multidisziplinären Feld des molekularen Bioengineering aus unterschiedlichen Richtungen nähern und durch eine gemeinsame Masterausbildung ihre unterschiedlichen Skill-Sets vertiefen und erweitern können um gemeinschaftlich an gleichen Fragestellungen im Bereich der synthetischen Biologie arbeiten

<sup>18</sup><https://www.tuhh.de/alt/tuhh/education/degree-courses/international-study-programs/chemical-and-bioprocess-engineering.html>

zu können. Insbesondere fördert das Studienprogramm außerdem das kreative out-of-the-Box Denken und das wissenschaftlichen Arbeiten in Forschungsprojekten, die nach dem Prinzip des bottom-up-Ansatzes darauf ausgelegt sind, lebensähnliche Systeme aus isolierten Einzelkomponenten zu kreieren.

Hinsichtlich des fachlichen Qualifikationsprofils zeichnet sich der Studiengang durch eine stärkere Kombination biophysikalischer und biochemischer Elemente aus, als dies in den Studiengängen Biochemie und Biophysik möglich ist. Der Biophysik-Studiengang richtet den Fokus vornehmlich auf die physikalische Beschreibung und Untersuchung biologischer Materie – von den elementaren molekularen Komponenten einer Zelle bis hin zum Zusammenwirken selbiger auf der Systemebene. Der Biochemiestudiengang richtet vor allem die analytischen Aspekte, das Verständnis und die Erforschung der biochemisch-medizinischen Prozesse in Zellen und Organismen sowie deren Anwendungen in den Fokus seiner Ausbildung.

Weitere ähnliche Studiengänge sind die Programme Biomedical Engineering, bei dem allerdings eher die ingenieurwissenschaftliche Betrachtungsweise biomedizinischer Bildgebung im Zentrum der Ausbildung steht, und der Masterstudiengang Molekulare Biotechnologie, der auf eine stärkere verfahrenstechnische, ingenieurwissenschaftliche und anwendungsorientierte Ausbildung ausgerichtet ist und sich vertiefend der Gewinnung und Konstruktion natürlicher und künstlicher Biomoleküle widmet. Eine Übersicht über die unterschiedlichen Ausrichtungen der verwandten Studiengänge ist in Tabelle 1 nochmals zusammengefasst.

Tabelle 1: Verwandte Masterstudiengänge an der TUM

<i>Studiengang</i>	<i>Organisation</i>	<i>Schwerpunkt</i>
<i>Matter to Life</i>	Physik/MSB	Grundlagenforschung im Bereich Biodesign (bottom-up), synthetische Biologie, quantitative Analyse, biophysikalische Modellierung
<i>Biophysik</i>	Physik	Molekulare Ebene, biophysikalische quantitative Analyse (top-down)
<i>Biomedical Engineering and Medical Physics</i>	Physik/MSB	Makroskopische Ebene, ingenieurwissenschaftlich, Bioimaging
<i>Biochemie</i>	Chemie	Analytische Grundlagenforschung (top-down), Zellbiologie, Proteinchemie
<i>Molekulare Biotechnologie</i>	WZW	Verfahrenstechnisch, anwendungsorientiert, Biomoleküle, Biotechnologie

## 6 Aufbau des Studiengangs

### 6.1 Grundlegender Aufbau

Der Masterstudiengang ist ein konsekutiver, viersemestriger Studiengang, der jährlich im Wintersemester begonnen werden kann. Die Zulassung zum Studiengang erfolgt über ein Eignungsverfahren.

Ziel des Studiengangs ist es, das eigenständige und kreative Denken der Studierenden zu fördern. Im Bereich Matter to Life kann dieses Wissen am besten in einem Learning-by-Doing

Ansatz direkt an der Laborbank während der Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung vermittelt werden. Der Anteil an Modulen, die praktisches Arbeiten im Labor vorsehen, umfasst deswegen mit insgesamt 78 Credits 65 Prozent der gesamten Leistungen.

Um zunächst mit dem explorativen Forschen vertraut zu werden, bringen die Studierenden in den ersten beiden Semestern 18 Credits für das praktische Modul Matter to Life: Exploratives Forschen ein. Dieses neu konzipierte Modul hat das Ziel, die Studierenden in ihrer Eigeninitiative für kreatives Herangehen an wissenschaftliche Fragestellungen zu bestärken. Es greift die zentrale Idee der bekannten und international renommierten Wettbewerbe iGEM und Biomod auf, bei denen multidisziplinäre Teams aus Universitätsstudenten in einem internationalen Wettbewerb antreten, um eigene Ideen für besonders innovative Forschungsprojekte aus den Bereichen der synthetischen Biologie (iGEM) und des Biodesigns (Biomod) vorzustellen. Im iGEM-Wettbewerb werden von den Teams neue Systeme mit austauschbaren biologischen Komponenten und molekularbiologischen Standardtechniken entwickelt, konstruiert, getestet und gemessen, die eines Tages neue Lösungen für allgegenwärtige Probleme darstellen könnten<sup>19</sup>. Ziel des Biomod-Wettbewerbs ist es, Biomoleküle wie DNA, RNA und Proteine als Bausteine für die Erstellung autonomer Roboter, molekularer Computer und Prototypen für Therapien im Nanomaßstab zu verwenden<sup>20</sup>. Jedes Jahr widmen insgesamt über 6000 Menschen ihren Sommer den iGEM- und Biomod-Wettbewerben und kommen dann jeweils im Herbst zusammen, um ihre Arbeit zu präsentieren und bei einem jährlichen Jamboree anzutreten.

In Anlehnung an dieses erfolgreiche Konzept sollen die Studierenden im Modul Matter to Life: Exploratives Forschen in deutlich kleineren Gruppen aus drei bis vier Personen über den Zeitraum von zwei Semestern flexibel ein Forschungsproposal aus dem Bereich Matter to Life erarbeiten. Hierbei sind die Gruppen selbst an der Formulierung der eigenen Themenstellung beteiligt, die generell so gewählt ist, dass ein exploratives Vorgehen notwendig ist um sich dem Thema zu nähern. Die Themen greifen aktuelle Entwicklungen des Gebiets Matter to Life auf und formulieren innovative Ideen für neue Anwendungen. Mögliche Themenstellungen könnten bspw. wie folgt lauten:

- Design eines chemischen Reaktionsnetzwerks, das eine neue Funktion erfüllt
- Design und Anwendung einer funktionellen DNA-Nanostruktur
- Biomedizinische Anwendung künstlicher Zellen
- Nanoroboter für die chemische Synthese

Aufgabe der Gruppen ist es dann, ein schlüssiges Forschungskonzept zu erstellen und auf Basis der Ergebnisse von praktischen (Vor-)Versuchen und, falls möglich, theoretischen Modellierungen ein wissenschaftliches Proposal und eine Posterpräsentation zu erstellen, die die Plausibilität und Machbarkeit des Vorschlags darlegen. Zum Ende des zweiten Semesters präsentieren die Gruppen ihre Arbeit studiengangintern dem Rest ihres Jahrgangs und einem Prüfungskomitee bei einer Poster- und Vortragssession.

Die Arbeit der Studierenden wird hierbei durch einen Betreuer pro Gruppe begleitet, dessen Aufgabe in erster Linie darin liegt, den kreativen out-of-the-box-Denkprozess in der Gruppe anzuregen und falls notwendig Hilfestellung bei der praktischen Einarbeitung und der Vorplanung der praktischen Arbeiten zu geben. In den Prozess der Lösungsfindung greift der Betreuer so wenig wie möglich ein, um das eigenständige Denken der Studierenden zu bestärken. Durch die Teilnahme am Modul Matter to Life: Exploratives Forschen sammeln die Studierenden praktische Laborerfahrungen, die sie erstmals mit eigenständigem Out-of-the-Box-Denken kombinieren. Die Arbeit an einem Projektproposal bringt den Studierenden Methoden für die Planung wissenschaftlicher Projekte näher und schafft erste Einblicke in das Schreiben wissenschaftlicher Anträge, was speziell in der späteren Doktorandenphase an Bedeutung

---

<sup>19</sup> [http://igem.org/Main\\_Page](http://igem.org/Main_Page)

<sup>20</sup> <http://biomod.net>

gewinnen wird. Die vorgegebene Themenstellung vermittelt den Studierenden erste Erfahrungen in der kollaborativen Bearbeitung multidisziplinärer Projekte und kann neue Anstöße für eine mögliche Themenwahl im späteren kollaborativen Forschungspraktikum, der Master's Thesis oder der Promotion geben. Die Arbeit in Gruppen stärkt zudem ab Beginn des Studiums die Vernetzung im Jahrgang und trainiert die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Studierenden.

Parallel zu ihrer Arbeit am Modul Matter to Life: Exploratives Forschen nutzen die Studierenden die ersten beiden Semester zur Bearbeitung (überwiegend) theoretischer Module, in denen sie ihr Fachwissen erweitern und vertiefen. Mit einem Anteil von 35 Credits können die Studierenden durch die Belegung von Wahlmodulen im naturwissenschaftlichen Bereich ihre eigenen Interessen verfolgen und auf individuellen Kompetenzen aufbauen. Thematisch ist den Studierenden hier eine große Wahlfreiheit von Modulen der Fakultäten für Physik, Chemie, Medizin, Mathematik, Maschinenbau, Elektrotechnik und dem WZW eingeräumt. Dies begründet sich in dem Studiengangziel, kreative Innovatoren mit unterschiedlichen Skill-Sets auszubilden, die im späteren Forschungswirken aus unterschiedlichen Perspektiven im Bereich Matter to Life (der synthetischen Biophysik, der synthetischen Biologie und des molekularen Bioengineerings) arbeiten. Die Wahlfreiheit ermöglicht allen Studierenden einen passenden Anschluss an die unterschiedlichen Grundausbildungen aus den Bachelorstudiengängen Physik, Chemie, Biochemie oder Bioengineering, die für den Studiengang zugelassen sind. Durch die Kombination verschiedener Wahlmodule aus den Bereichen Mathematik/Informatik/Extern, (Bio)Chemie und Physik können die Absolventen ihr Wissen in ihren individuellen Interessensgebieten vertiefen und sich zusammen mit den Erfahrungen aus den praktischen Modulen ein individuelle Fach- und Methodenkompetenz aneignen<sup>21</sup>.

Die verbleibenden 7 Credits der Leistungen in den ersten beiden Semestern wenden die Studierenden auf, um sich zu Beginn ihres Masterstudiengangs im Pflichtmodul Synthetische Biologie 1 (5 CP) die Grundlagen im Engineering synthetischer biologischer Systeme und in einem Wahlmodul aus dem Bereich Ethik (2 CP) die Grundlagen ethischer Betrachtung im Kontext wissenschaftlicher Fragestellungen anzueignen, die die Studierenden gesamten Studienverlauf unter verschiedenen Perspektiven immer wieder aufgreifen und vertiefen werden.

Nach dem ersten Studienjahr haben sich die Studierenden ein individuelles Profil angeeignet und erste Ansätze für eine explorative Herangehensweise an wissenschaftliche Projekte erarbeitet. Sie sind dadurch ideal darauf vorbereitet im zweiten Studienjahr während der weitgehend eigenständigen Bearbeitung von längerfristigen angelegten wissenschaftlichen Forschungsprojekten ihr Fach- und Methodenkompetenz weiter auszubauen. Durch die Mitarbeit an aktuellen Forschungsthemen aus dem Bereich Matter to Life erhalten die Studierenden im praktischen Modul Matter to Life: Kollaboratives Forschungspraktikum und in der anschließenden Master's Thesis direkten Einblick in den späteren Forschungsalltag. Hierbei sind eine inspirierende Forschungsumgebung in multidisziplinären Arbeitsgruppen und im Besonderen rege Diskussionen über aktuelle Forschungsprojekte, wissenschaftliche Veröffentlichungen und mögliche Lösungsansätze und Probleme im eigenen Projekt ein wesentlicher Aspekt der Ausbildung durch die praktischen Module. Die aktive Teilnahme an dieser alltäglichen Form der wissenschaftlichen Kommunikation schult nicht nur die Kommunikationsfähigkeit der Studierenden, sondern liefert zum einen wichtige Zusammenhänge für die Entwicklung neuer Lösungsansätze erfüllt zum anderen eine Vorbildfunktion für eine kreative Forschungskultur.

---

<sup>21</sup> Nähere Vorgaben zur Gestaltung Fächerkombinationen sind unter dem Abschnitt *Wahlmodule* beschrieben.



Tabelle 2: Grundlegender Aufbau des Studiengangs.

Sem					Credits
4	Master's Thesis (30 CP)				30
3	Matter to Life: Kollaboratives Forschungspraktikum (30 CP)				30
2	naturwissenschaftliche Wahlmodule (35 CP)	Ethik (2 CP)	Synthetische Biologie 1 (5 CP)	Matter to Life: Exploratives Forschen (18 CP)	30
1					30

## 6.2 Pflichtmodule

*Synthetische Biologie 1.* Das Modul Synthetische Biologie 1 vermittelt allen Studierenden das Kernwissen der synthetischen Biologie, des molekularen Bioengineerings und der synthetischen Biophysik. Das Modul behandelt außerdem aktuelle Fragestellungen und Forschungsbereiche rund um das Gebiet Matter to Life. Somit bringt das Modul zum einen alle Studierenden auf einen vergleichbaren Wissensstand bzgl. physikalischer und biochemischer Aspekte in der synthetischen Biologie und Biophysik und schafft zum anderen einen Ausgangspunkt für die Belegung vertiefender Vorlesungen in den ersten beiden Semestern..

*Matter to Life: Exploratives Forschen.* In Gruppen von drei bis vier Personen, erarbeiten die Studierenden in den ersten beiden Semestern des Master-Studiengangs flexibel an einem innovativ und explorativ formulierten Forschungsthema. Um die Studierenden an kreative Arbeitsmethoden im Bereich Matter to Life heranzuführen und ein Brainstorming zu möglichen Projektthemen zu ermöglichen, nehmen alle Studierenden zu Beginn des ersten Semesters an einem kurzen (max ein Tag) Workshop zum Thema „Kreatives Denken für die Entwicklung von Forschungsprojekten im Bereich Mtl“ teil. Wenn möglich werden die Gruppen hier so zusammengestellt, dass Studierende mit unterschiedlichen Bachelorabschlüssen in den Gruppen zusammenarbeiten. Physiker können dann bspw. von Biochemikern praktisches Arbeiten im Nasslabor oder Biochemiker von Physikern die Modellierung physikalischer Prozesse lernen. Die Arbeit in Gruppen trainiert dann zum einen das interdisziplinäre Teamvermögen der Studierenden und stärkt die Vernetzung innerhalb des Jahrgangs, zum anderen lernen die Studierenden nicht nur voneinander, sondern erkennen außerdem, wie durch die Kombination unterschiedlicher Skill-Sets Synergieeffekte entstehen und ein Thema umfassender bearbeitet werden kann.

Für die Dauer des Moduls steht jeder Gruppe ein Betreuer zur Seite, der die Studierenden zum explorativen Erkunden des Themas ermuntert, mögliche Strategien mit der Gruppe diskutiert und methodische Hilfestellung gibt. In den Prozess der Lösungsfindung soll der Betreuer allerdings nicht oder nur bedingt eingreifen, um das eigenständige und kreative Denken der Studierenden zu fördern. Insgesamt ist für dieses Modul ein Arbeitsaufwand von ca. 540h pro Gruppenmitglied vorgesehen, aus dem sich eine Leistung von 18 Credits ergibt. Eine Aufstellung des empfohlenen Arbeitsaufwandes für die Unterprojekte des Moduls ist in Tabelle 3 aufgelistet. Die Studierenden sammeln durch die Teilnahme am Modul exploratives Forschen praktische Laborerfahrungen, die sie erstmals mit eigenständigem Out-of-the-Box-Denken kombinieren. Die Arbeit an einem Projektproposal bringt den Studierenden Methoden für die Planung wissenschaftlicher Projekte näher und schafft erste Einblicke in das Schreiben wis-



senschaftlicher Anträge, was speziell in der späteren Doktorandenphase an Bedeutung gewinnen wird. Die vorgegebene Themenstellung vermittelt den Studierenden erste Erfahrungen in der kollaborativen Bearbeitung multidisziplinärer Projekte und kann neue Anstöße für eine mögliche Themenwahl im späteren kollaborativen Forschungspraktikum, der Master's Thesis oder der Promotion geben.

Tabelle 3: Aufschlüsselung des Arbeitsaufwandes für das Modul Matter to Life: Exploratives Forschen

<i>Tätigkeit</i>	<i>Workload</i>	<i>Credits</i>
<i>Recherche</i>	90h	3
<i>Modellierung</i>	120h	4
<i>Experimentelles Arbeiten</i>	180h ca. 12 – 18 Wochen neben anderen Vorlesungen	5
<i>Verfassen des Proposals</i>	120h	4
<i>Poster + Präsentation + Vorbereitung</i>	60h	2

*Matter to Life: Kollaboratives Forschungspraktikum.* In diesem Modul bearbeiten die Studierenden über einen Zeitraum von 20 Wochen ein wissenschaftliches Kollaborationsprojekt mit multidisziplinärer Ausrichtung. Die Projekte für die kollaborativen Forschungspraktika werden von mindestens zwei zusammenarbeitenden Professoren bzw. Arbeitsgruppenleitern gestellt, sodass sich für die Studierenden die Möglichkeit ergibt, die praktische Arbeit während des Moduls in unterschiedlichen Arbeitsgruppen zu leisten und auf diese Weise ihr wissenschaftliches Projekt aus unterschiedlichen Perspektiven kennenzulernen. Im Rahmen des Moduls bietet sich für die Studierenden die Möglichkeit ein Projekt mit internationalen Kollaborationspartnern zu wählen und die Labortätigkeit mit einem (optionalen) Auslandsaufenthalt zu verknüpfen. Während des kollaborativen Forschungspraktikums wird jeder Studierende in intensiver Einzelbetreuung an die eigenständige Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung herangeführt. Vorkenntnisse zur guten wissenschaftlichen Praxis im Laboralltag werden durch den Betreuer überprüft, erweitert und im theoretischen und praktischen Kontext gehobener wissenschaftlicher Fragestellungen vertieft. Das kollaborative Forschungspraktikum bildet außerdem einen wichtigen Anteil für die Ausbildung des individuellen Spezialisierungsprofils, das sich jeder Studierende durch Kombination der Wahl- und Pflichtmodule aneignet. Im Kontext des gesamten Studienplans erfüllt kollaborative Forschungspraktikum hierbei die Funktion der Vorbereitung auf die Phasen der Master's Thesis und der späteren Promotion, in denen wissenschaftliche Projekte größtenteils eigenständig bearbeitet werden sollen. Zusammen mit der Master's Thesis und dem Modul exploratives Forschen bietet dieses Forschungspraktikum den Studierenden außerdem die Gelegenheit unterschiedliche Arbeitsgruppen kennenzulernen, sich wissenschaftlich zu vernetzen und eine Vorauswahl für das Promotionsthema zu treffen. Auf Ebene der Forschungsgruppen können Kollaborationsprojekte, die im Rahmen des kollaborativen Forschungspraktikums bearbeitet werden, dazu beitragen, die Vernetzung wissenschaftlicher Arbeitsgruppen im Bereich der synthetischen Biophysik zu stärken. Zum Umfang des Moduls zählt eine 20-wöchige Phase des praktischen Arbeitens, in der auch eine aktive Teilnahme (wöchentliche Teilnahme und mindestens eine Präsentation) in den Fachseminaren der betreuenden Arbeitsgruppen vorgesehen ist, um die Kommunikationsfähigkeit der Studierenden zu fördern. Am Ende des Forschungspraktikums verfassen die Studierenden einen Forschungsbericht, der auch als Vorbereitung auf die Er-

stellung der Masterarbeit dient. Aus dem vorgesehenen Arbeitsaufwand von 800h für 20 Wochen praktischer Laborarbeit<sup>22</sup> und ca. 100h für die Erstellung des Laborberichts ergibt sich für dieses Modul eine Gewichtung von 30 Credits.

*Master's Thesis.* Im vierten Semester bearbeiten die Studierenden während ihrer Masterarbeit eigenständig ein gehobenes wissenschaftliches Projekt über einen Zeitraum von ca. 20 Wochen. Ebenso wie für das kollaborative Forschungspraktikum ist auch für die Masterarbeit ein interdisziplinäres Kollaborationsprojekt angestrebt, das gegebenenfalls an unterschiedlichen Standorten bearbeitet werden kann. Für die Masterarbeit steht besonders die eigenständige Konzeption, Bearbeitung und Auswertung des wissenschaftlichen Projekts im Zentrum des Moduls. Die wissenschaftliche Reflektions- und Kommunikationsfähigkeit zum bearbeiteten Thema wird nach Abgabe der Masterarbeit mit der Abhaltung eines Masterkolloquium gefördert und geprüft.

### 6.3 Wahlmodul im Bereich Ethik

*Ethik.* Die Absolventen des Studiengangs werden in einem Themengebiet arbeiten das potentiell ein großes gesellschaftliches Ausmaß annehmen kann, weil es die grundlegende Frage *Was ist eigentlich Leben?* in ihrem Kern betrifft. Eine ständige ethische Reflektion des eigenen wissenschaftlichen Handelns und ein Bewusstsein über kontroverse Forschungsthemen im Tätigkeitsfeld ist daher ein essentieller Bestandteil, der den Studierenden im Studiengang Matter to Life vermittelt werden soll. Hierfür besuchen die Studierenden zunächst ein Grundlagenseminar aus dem Bereich Ethik um das Basishandwerk für die ethische Betrachtung wissenschaftlicher Tätigkeiten zu erlernen. Auf Grundlage der besuchten Lehrveranstaltung soll das Thema Ethik dann in allen Pflichtmodulen aufgegriffen werden, um der Wichtigkeit dieses Themas ausreichend Bedeutung beizumessen und v.a. den Studierenden die ethische Reflektion unter allen Aspekten ihres Studiums näher zu bringen.

### 6.4 Naturwissenschaftliche Wahlmodule

Im Masterstudiengang Matter to Life haben die Studierenden die Möglichkeit ihre eigenen Interessen und das Schließen möglicher Wissenslücken durch eine flexible Kombination von Wahlmodulen zu verfolgen. Aus unterschiedlichen Kombinationen von Wahlmodulen und praktischen Laboraufenthalten ergibt sich die Möglichkeit zur Ausbildung von Wissenschaftlern mit unterschiedlichen Skill-Sets, die sich der Frage *Was ist eigentlich Leben?* aus verschiedenen Perspektiven nähern können. Das individuelle Spezialisierungsprofil, das sich alle Studierenden aneignen, ist hierbei um den gemeinsamen Kern des Moduls Synthetische Biologie 1, des Moduls Matter to Life: Exploratives Forschen und der ethischen Reflexion in der Wissenschaft orientiert.

---

<sup>22</sup> Der lange Bearbeitungszeitraum wird angesetzt um verschiedene Aufenthalte in den kollaborierenden Arbeitsgruppen und evtl. auch einen Auslandsaufenthalt im Rahmen des Moduls zu ermöglichen.

Pflichtmodule - 83 CP	Wahlmodule - 37 CP
- Synthetische Biologie 1 5 CP	10-25 CP aus (Bio)Physik z.B. Biophysik der Zelle, Molekulardynamik, Kontinuumsmechanik, Nichtlineare Dynamik und Komplexe Systeme, Biomedizinische Physik, Bildverarbeitung in der Physik...
- Matter to Life: Exploratives Forschen 18 CP	5-20 CP aus (Bio)Chemie z.B. zelluläre Biochemie, Biologische Chemie, Proteinchemie und -design, Supramolekulare Chemie, NMR, Biopolymere, ...
- Matter to Life: Kollaboratives Forschungspraktikum 30 CP	0-15 CP aus Mathematik, Informatik, Logik, Computer Science, Extern z.B. Systemtheorie, Wahrscheinlichkeitstheorie, Strukturbioinformatik, Regelungstechnik
- Master's Thesis 30 CP	2 CP aus Ethik z.B. Ethik und Verantwortung, Bioethik

Abbildung 3: Themenblöcke der Wahlmodule und Beispielmole, die aus den Blöcken gewählt werden können.

Die Wahlmodule des Masterstudienganges setzen sich aus den Themenblöcken zusammen, die die drei Themengebiete Physik bzw. Biophysik, Chemie bzw. Biochemie bzw. Lebenswissenschaften sowie externe Veranstaltungen aus den Gebieten Mathematik, Informatik, Computerwissenschaften oder Ingenieurwissenschaften abdecken (Abbildung 2). Das Lehrveranstaltungsangebot der Munich School of Bioengineering (MSB), in die der Studiengang organisatorisch eingebettet ist, bietet den Studierenden ebenfalls einen Überblick über Wahlmodule aus den Bereichen Ingenieurwissenschaften, Physik und Biochemie bzw. Medizin, die sie belegen können<sup>23</sup>. Hierbei ist vorgegeben, dass die Wahlmodule so verteilt werden, dass mindestens 5 Credits aus dem Bereich (Bio)Chemie und mindestens 10 Credits aus dem Bereich (Bio)Physik eingebracht werden müssen. So wird sichergestellt, dass auch mathematisch oder ingenieurwissenschaftlich orientierte Studienpläne ein Mindestmaß an biochemischer und biophysikalischer Ausbildung enthalten. Zugleich lässt der Studienplan Raum für fachfremde Vorlesungen, die einen abstrakten oder neuen Zugang zum Thema ermöglichen und die Konvergenz mit anderen wissenschaftlichen Disziplinen fördern. Beispielsweise stammen viele der heutigen synthetischen Biologen ursprünglich aus der Control Theory (Regelungstechnik). Abbildung zeigt eine Übersicht über die Themenblöcke der Wahlmodule und listet Beispiele für Module, die aus den Themenblöcken gewählt werden können. Eine beispielhafte, studierbare Fächerkombination ist in Tabelle 4 aufgelistet.

Für die Zusammenstellung der Fächerkombinationen sollen den Studierenden Mentoren zu Seite stehen, die an der Lehre im Studiengang beteiligt sind, und die die geplanten Studienpläne hinsichtlich des zu erfüllenden Qualifikationsprofils prüfen. Aufgabe der Mentoren kann beispielsweise sein darauf zu achten, dass die gewählte Fächerkombination eine ausreichende Kenntnis zellulärer Prozesse und deren physikalisch-chemische Grundlagen vermittelt, oder genügend Raum für ein Verständnis physikalischer Größen im zellulären Kontext lässt. Dies kann jedoch oft durch unterschiedliche Kombinationen von Wahlmodulen erzielt werden.

<sup>23</sup> <https://www.bioengineering.tum.de/teaching/master-programmes/>

Tabelle 4: Beispielhafte Fächerkombination im Masterstudiengang Matter to Life. Die Studierbarkeit dieser Kombination ist im **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** anhand von Stundenplänen dargestellt.

Sem							Credits
4	<b>Master's Thesis (30 CP)</b>						30
3	<b>Matter to Life: Kollaboratives Forschungspraktikum (30 CP)</b>						30
2	Synthetische Biologie 2 (5 CP)	Biophysik der Zelle 2 (5 CP)	Molekulardynamik-Simulationen (5 CP)		Protein- and Nucleic Acid Chemistry (5 CP)	<b>Matter to Life: Exploratives Forschen (10 + 8 CP)</b>	30
1	Ethik und Verantwortung Bioethik (2 CP)	Biologische Chemie (5 CP)	Image Processing in Physics (5 CP)	Biophysik der Zelle 1 (5 CP)	<b>Synthetische Biologie 1 (5 CP)</b>		30

## 6.5 Begründung Ablauf

Der Ablauf des Masterstudiengangs ist so festgelegt, dass die Studierenden sich in den ersten beiden Semestern damit befassen, ein individuelles Profil auszubilden, das sie dann während des kollaborativen Forschungspraktikums und der Masterarbeit mit praktischen Erfahrungen anreichern und hinsichtlich ihrer professionellen sozialen Kompetenzen schärfen.

Alle Module der ersten beiden Semester dienen auch dem Zweck, die Studierenden aus theoretischer und praktischer Perspektive mit unkonventionellen Denkansätzen und Herangehensweisen im Bereich Matter to Life vertraut zu machen. Erste Erfahrungen im eigenständigen Verfolgen unkonventioneller und explorativer Forschungsansätze sammeln die Studierenden dann im Modul exploratives Forschen. Ab dem dritten Semester entwickeln die Studierenden ihre Fähigkeiten für eigene, kreative Denkansätze während der weitgehend eigenständigen Bearbeitung eines Forschungsthemas und der aktiven Teilnahme am aktuellen Forschungsdiskurs weiter.

Während die Studierenden das Masterprogramm durchlaufen haben sie die Gelegenheit sich zunächst im neuen Studenumfeld zu orientieren und mit Hilfe der Gruppenarbeit des Moduls exploratives Forschen zu vernetzen. Parallel wird ihre persönliche Entwicklung hinsichtlich der Teamfähigkeit und der Kommunikation in zusammenarbeitenden, interdisziplinären Gruppen beim Durchlaufen der praktischen Module und der anschließenden Masterarbeit immer weiter vorangebracht, sodass sie als Absolventen des Studiengangs dafür ausgebildet sind im Rahmen einer Promotion ein komplexes Projekt im Bereich Matter to Life aufzunehmen.

## 6.6 Mobilität

Für einen Auslandsaufenthalt bieten sich das dritte und/oder vierte Semester des Masterstudienganges an, in denen während des kollaborativen Forschungspraktikums oder der Masterarbeit durch Auswahl eines Forschungsprojektes mit internationalen Kollaborationspartnern mehrere kurze Auslandsaufenthalte von einigen Wochen oder ein längerer Auslandsaufenthalt von mehreren Monaten möglich sind

## 7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

### Inhaltliche und Organisatorische Anbindung

Zusammen mit den Masterstudiengängen *Physik der Kondensierten Materie*, *Kern-, Teilchen und Astrophysik*, *Biophysik* und *Applied and Engineering Physics*, die sich als konsekutive Studiengänge zum Bachelorstudiengang Physik der TUM verstehen, ist der in der Zulassung offenere Studiengang *Matter to Life* an der Fakultät für Physik angesiedelt.

Auf Grund seiner interdisziplinären Ausrichtung in Richtung Bioengineering wird der Masterstudiengang Matter to Life, ebenso wie der Masterstudiengang Biomedical Engineering and Medical Physics, vom Physik-Department der TU München angeboten und zusätzlich durch die Munich School of Bioengineering (MSB) beworben und mitorganisiert<sup>24</sup>. Das Physik-Department übernimmt mit der Rolle der Studienfakultät die Verantwortlichkeiten für das Masterprogramm. Organisatorisch ist der Studiengang in das Netzwerk und die Verwaltung der MSB eingebunden, die hierfür Personelle Ressourcen zur Verfügung stellt. Die Betreuung des Studiengangs erfolgt hauptsächlich durch die Lehrstühle des Fachbereichs Biophysik, insbesondere durch die Professoren Bausch, Dietz, Rief, Simmel und Zacharias. Zusätzliche Betreuung erfahren die Studierenden von jenen Mitgliedern der Munich School of Bioengineering, deren Forschungsgebiet Aspekte des Bereichs Matter to Life aufgreift. Das gesamte Lehrangebot der MSB dient als Pool für Wahlmodule, die die Studierenden belegen können.

Für den Studiengang ist eine Kooperation mit der Max-Planck-Schule Matter to Life (MPS MtL) vorgesehen. Studierende des Studiengangs, die zusätzlich im Programm MPS MtL aufgenommen sind, erhalten ein Stipendium und haben Zugang zu einem Lehrangebot, das z.T. über Distanz-Lehre von den Universitäten Heidelberg, Göttingen und der RWTH Aachen aus angeboten wird. Die Prüfungsleistungen aus diesen Modulen finden in schriftlicher Form an der TUM statt. Im Gegenzug bietet die TUM ein Modul an, das allen Studierenden des Masterstudiengangs Matter to Life an der TUM und MPS MtL Stipendiaten an den Standorten Heidelberg und Göttingen zur Verfügung gestellt wird. Weiterhin sollen die Stipendiaten die Möglichkeit haben einzelne Module in Heidelberg oder Göttingen zu belegen, sofern dies organisatorisch zu bewerkstelligen ist. Den Stipendiaten steht außerdem ein Netzwerk an über 40 Wissenschaftlern aus den beteiligten Universitäten Heidelberg, Göttingen und der RWTH Aachen und deutschlandweit verteilten Max-Planck-Instituten zur Verfügung, in deren Arbeitsgruppen die Absolvierung praktischer Module über Kollaborationsprojekte mit Professoren der TUM möglich sind. Eine zusätzliche Betreuung der kooperierenden Wissenschaftler in Form eines Mentoring Programms ist ebenfalls möglich. Absolventen des Programms MPS MtL, die zugleich an der TUM immatrikuliert sind erhalten einen Abschluss der TUM und ein zusätzliches Zertifikat über die erfolgreiche Teilnahme in der MPS MtL, das von allen beteiligten Universitäten unterzeichnet wird.

Für die Betreuung des Studiengangs wurde eine eigene Koordinationsstelle (50%) eingerichtet, die sich mit der Studiengangsentwicklung, dem Bewerbungsmanagement und der Koordination der Kooperation mit der MPS MtL befasst.

### Administrative Zuständigkeiten

Die Fakultät wählt einen Prüfungsausschuss, der für den Masterstudiengänge Matter to Life zuständig ist. Dieser gibt die Kriterien für das Eignungsverfahren des Studiengangs und die Modulprüfungen vor und stellt sicher, dass die in den Fachprüfungsordnungen festgelegten Regularien eingehalten werden.

Für den Studiengang werden je zwei Professoren als Fachmentoren bestellt, die dem Prüfungsausschuss und dem Studiendekan in den studiengangspezifischen Fragen beratend zur

---

<sup>24</sup> <https://www.bioengineering.tum.de/teaching/master-programmes/>



Seite stehen. Sie steuern und koordinieren die jährliche Zusammenstellung der Wahlmodulkataloge. Durch ihre Expertise stellen sie einerseits das Angebot grundlegender Spezialfächer langfristig sicher und binden andererseits Themen an vorderster Front der aktuellen Forschung in das Lehrangebot ein.

Die Bereiche Bewerbung und Immatrikulation werden zentral durch das Studierenden Service Zentrum (SSZ) und über TUMonline abgewickelt. Das Eignungsverfahren wird durch eine vom Studiendekan eingesetzte Kommission des Physik-Departments durchgeführt, in der auch die Fachmentoren vertreten sind. Diese Kommission führt das Eignungsverfahren gemäß den Vorgaben in den jeweiligen Fachprüfungsordnungen durch.

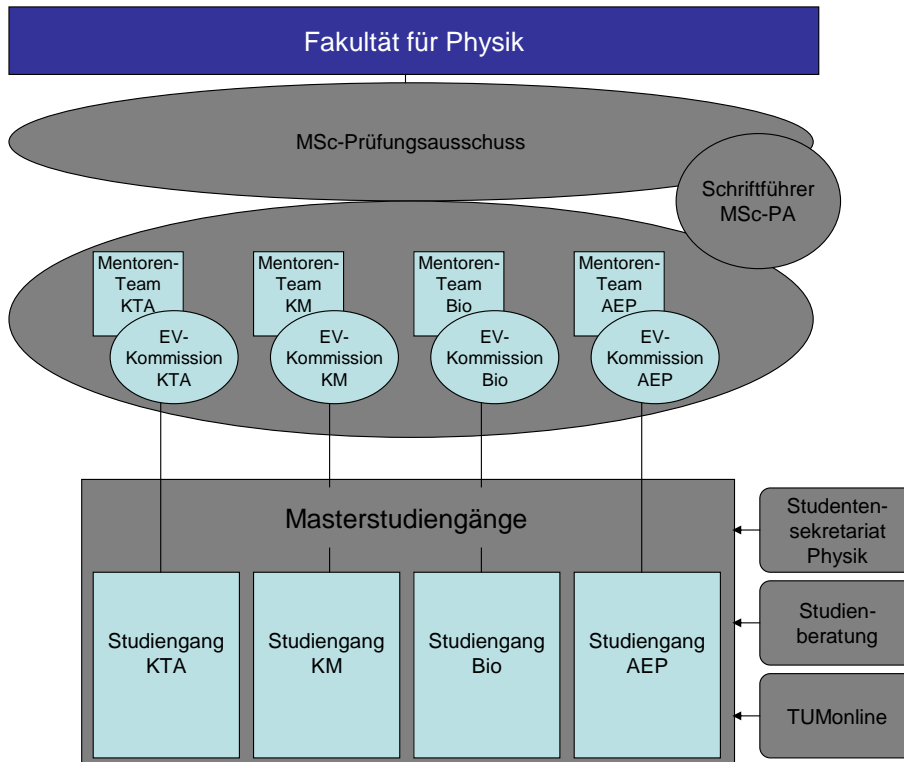


Abbildung 4: Organigramm für die etablierten Studiengänge Physik der Kondensierten Materie (KM), Kern-, Teilchen und Astrophysik (KTA), Biophysik (Bio) und Applied and Engineering Physics (AEP). Schaubild übernommen aus der Studiengangsdokumentation für die Masterstudiengänge Physik an der Fakultät für Physik der TUM (Stand September 2017).

Die Studienberatung kann zunächst über die zentrale Beratungsstelle des SSZ laufen und ist für organisatorische und prüfungsrelevante Fragestellungen durch die Fachstudienberatung Physik und das Studiensekretariat bzw. Studierendenservicebüro gewährleistet. Bei weitergehenden, insbesondere fachspezifischen Fragen sind die Fachmentorenteams erste Ansprechpartner für die Studierenden. Darüber hinaus wird jeder Studierende von einem Mentor betreut, der bei der Wahl der Spezialfächer beratend mitwirkt. Studienberatungen im Kontext der Max-Planck-Schule Matter to Life können durch die Studiengangskoordination oder Fellows der MPS MtL erfolgen.

Für Evaluation und Qualitätsmanagement des Studiengangs findet eine enge Zusammenarbeit der Fachmentoren und ihrer Mitarbeiter mit dem QM-Zirkel bestehend aus dem Studiendekan und dem Team der Studiengangsorganisation des Physik-Departments und mit dem Hochschulreferat für Studium und Lehre statt<sup>25</sup>.

<sup>25</sup> <https://www.ph.tum.de/about/deans/boards/>

Tabelle 5: Administrative Zuständigkeiten im Studiengang Matter to Life.

<b>Aufgabe</b>	<b>Verantwortliche</b>
anbietende Fakultät	Physik-Department, MSB
Studiengangsverantwortlicher	Prof. Dr. Hendrik Dietz
Studiendekan	Prof. Dr. Reinhard Kienberger
Fachmentoren (Vorschlag)	Prof. Dr. Hendrik Dietz Prof. Dr. Friedrich Simmel Prof. Dr. Matthias Rief
Allgemeine Studienberatung	Dr. Maria Eckholt Perotti (internationale Studierende, Ausland) Dr. Leticia Fimiani (internationale Studierende, Ausland) Dr. Andreas Hauptner (Studieninteressierte) Dr. Philipp Höffer von Löwenfeld (Überfachliche Grundlagen, TUMonline)
Fachstudienberatung	Fachmentoren Studiengangskoordinator(in)
Studierendenservicebüro	MSB
Prüfungsausschuss	vom Fakultätsrat zu bestimmen
Bewerbung und Immatrikulation	Studierenden Service Zentrum (SSZ)
Abschlusszeugnisse	SSZ Zentrale Prüfungsangelegenheiten (Standort Garching)
Fachschaft	Fachschaft Physik
Studiengangskoordination	zu besetzen
Raummanagement Prüfungskoordination	MSB, Studiensekretariat