

Studiengangsdokumentation

Masterstudiengänge Physik

Fakultät für Physik, Technische Universität München

01. September 2017

Bezeichnung: Physik (Physik der Kondensierten Materie),
Physik (Kern-, Teilchen- und Astrophysik),
Physik (Biophysik) und
Physics (Applied and Engineering Physics)

**Organisatorische
Zuordnung:** Fakultät für Physik

Abschluss: Master of Science (M.Sc.)

**Regelstudienzeit
(Credits):** 4 Semester (120 Credits)

Studienform: Vollzeit

Zulassung: Eignungsverfahren

Starttermin: WS 2010/11)

Sprache: Deutsch, / Applied and Engineering Physics: Englisch

**Studiengangs-
verantwortliche/-r:** Studiendekan Physik: Prof. Peter Fierlinger

**Ergänzende Angaben für
besondere Studiengänge:**

**Ansprechperson(en) bei
Rückfragen:** Studienbüro Physik: Dr. Karl Dressler, Dr. Martin Saß

Inhaltsverzeichnis

1	Studiengangsziele	1
1.1	Generelle Ziele der Masterstudiengänge Physik.....	1
1.2	Strategische Bedeutung für die Fakultät /TUM	2
2	Zielgruppen.....	4
2.1	Adressatenkreis	4
2.2	Vorkenntnisse Studienbewerber.....	5
2.3	Zielzahlen.....	5
2.4	Entwicklung der Anfängerzahlen in den Masterstudiengängen Physik.....	6
3	Qualifikationsprofil	8
3.1	Allgemeine Kompetenzen der Physik-Masterstudiengänge	8
3.2	Spezielle Kompetenzen der einzelnen Studiengänge	9
3.2.1	<i>Studiengang Physik der kondensierten Materie</i>	10
3.2.2	<i>Studiengang Kern-, Teilchen- und Astrophysik</i>	11
3.2.3	<i>Studiengang Biophysik</i>	11
3.2.4	<i>Studiengang Applied and Engineering Physics</i>	12
4	Bedarfsanalyse.....	12
5	Wettbewerbsanalyse.....	14
5.1	Externe Wettbewerbsanalyse	14
5.2	Interne Wettbewerbsanalyse.....	15

6	Aufbau der Masterstudiengänge Physik der TUM	15
6.1	<i>Vertiefungsphase</i>	17
6.1.1	<i>Spezialfächer</i>	17
6.1.2	<i>Wahlmodul Theorie</i>	18
6.1.3	<i>Fortgeschrittene fachspezifische Schlüsselqualifikationen der Physik</i>	18
6.1.4	<i>Nichtphysikalische Wahlmodule</i>	19
6.1.5	<i>Allgemeinbildende Fächer</i>	20
6.1.6	<i>Mentoring</i>	20
6.2	<i>Forschungsphase</i>	21
6.3	<i>Prüfungen</i>	21
6.4	<i>Modulgröße</i>	22
6.5	<i>Studierbarkeit</i>	22
6.6	<i>Mobilitätsfenster</i>	23
7	Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten	23
8	Ressourcen.....	25
9	Anhang.....	25
9.1	Musterstudien-/stundenpläne für die Vertiefungsphase der Masterstudiengänge.....	25
9.1.1	Physik (Physik der kondensierten Materie).....	26
9.1.2	Physik (Kern-, Teilchen- und Astrophysik).....	28
9.1.3	Physik (Biophysik).....	30
9.1.4	Physics (Applied and Engineering Physics).....	32

9.2	Katalog der Spezialfächer	34
9.3	Katalog der nichtphysikalischen Wahlmodule	41
9.4	Katalog der Wahlmodule der Theoretischen Physik	48

—

—

—

1 Studiengangsziele

Die globale Struktur der Physik Masterstudiengänge folgt den Empfehlungen der Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP) im Dachverband der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG). Sie sind konsekutiv ausgelegt und basieren auf einem grundlagenorientierten sechssemestrigen Bachelorstudiengang in Physik. Die Regelstudienzeit beträgt vier Semester mit Workload von jeweils 30 Credits, wobei eine Gliederung in zwei jeweils einjährige Abschnitte, die fachliche Vertiefungsphase und die Forschungsphase, vorgesehen ist. Damit sind die globalen Ziele und das Qualifikationsprofil der Masterstudiengänge Physik in Deutschland durch die Rahmenvorgaben der Fachverbände klar definiert. Spielraum besteht lediglich im Detail der Ausgestaltung, die vom wissenschaftlichen Profil der Universität und ihres Fachbereichs Physik geprägt ist.

Die Masterstudiengänge unserer Fakultät

- Physik (Physik der Kondensierten Materie),
- Physik (Kern-, Teilchen und Astrophysik),
- Physik (Biophysik) und
- Physics (Applied and Engineering Physics),

entsprechen diesen Rahmenbedingungen, so dass die in den folgenden Abschnitten ausgeführten allgemeinen Ausführungen übertragbar sind.

1.1 Generelle Ziele der Masterstudiengänge Physik

Die berufliche Basis der Physikerinnen und Physiker ist einerseits eine breite, stark an den Grundlagen orientierte Bildung. Auf der anderen Seite ist die Fähigkeit elementar, Probleme auf der Basis dieses breiten allgemeinen naturwissenschaftlichen Wissens unter grundsätzlichen Aspekten so umfassend anzugehen, dass Ursachen gefunden, Neues erkannt, neue Lösungswege erdacht und Innovationspotentiale ausgeschöpft werden können.

Entsprechend dieses in erheblichem Umfang durch das berufliche Wirken an den Grenzen des Naturverständnisses und der Technik geprägten Berufsbildes muss sich das Studium der Physik an **zwei Grundsätzen** orientieren. Es muss zum einen wissenschaftsorientiert sein, d.h. es müssen die

theoretischen und experimentellen Grundlagen und insgesamt eine breite physikalische Allgemeinbildung vermittelt werden. Zum anderen muss das Studium die Fähigkeit vermitteln, sich auf naturwissenschaftlichem und technischen Neuland selbständig zu bewegen, sich zügig in völlig unbekannte Fragestellungen einzuarbeiten, Lösungsstrategien zu entwickeln und trotz der in der hochkomplexen Natur unvermeidbaren Rückschläge und Probleme zu Ergebnissen zu gelangen.

Diese Berufsqualifikation kann in ihrem ganzen Umfang nur über ein Vollstudium der Physik erworben werden, welches das Absolvieren eines Bachelor- und eines darauf aufbauenden Masterstudiengangs in Physik umfasst.

Aufbauend auf der im *Bachelorstudiengang* erworbenen wissenschaftsorientierten breiten physikalischen Allgemeinbildung stellen die Masterstudiengänge die für weite Bereiche der Praxis in Forschung und Industrie unerlässliche Vertiefung des Wissens und die zum Berufsbild der Physikerin und des Physikers gehörende Fertigkeit, sich in Frontbereichen selbständig explorativ und innovativ betätigen zu können, bereit.

Das Ziel des Masterstudiengangs ist daher eine Spezialausbildung in mehreren Teilfächern der Physik auf international höchstem Niveau sowie die Anleitung der Studierenden zum selbständigen, an der jeweils maßgebenden Praxis orientierten wissenschaftlichen und technischen Arbeiten. Die Masterstudiengänge werden durch das wissenschaftliche Profil der Universität und des Fachbereichs Physik geprägt.

1.2 Strategische Bedeutung für die Fakultät /TUM

Aufbauend auf dem Bachelorstudiengang Physik und den dort angebotenen Schwerpunkten komplettieren die konsekutiven Masterstudiengänge das grundständige Studienangebot der Physik. Die strategische Bedeutung für die Fakultät und die TUM ist immanent.

Die außerordentliche Vielfalt der Garching Physiker aber auch der immense Umfang nichtphysikalischer Studienangebote am Forschungscampus macht eine Differenzierung des Masterangebotes in die vier Schwerpunkte der TUM-Physik unerlässlich. Auf diese Weise ist bereits zu Beginn des Studiums ein fachlicher Fokus definiert, und die notwendige individuelle Strukturierung der Spezialfächer kann zielorientiert realisiert werden. In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, dass die nur einjährige Studienphase (vor der abschließenden einjährigen

Forschungsphase) in Physik Masterstudiengängen definitiv keinen Spielraum für eine langwierige Orientierungsphase lässt!

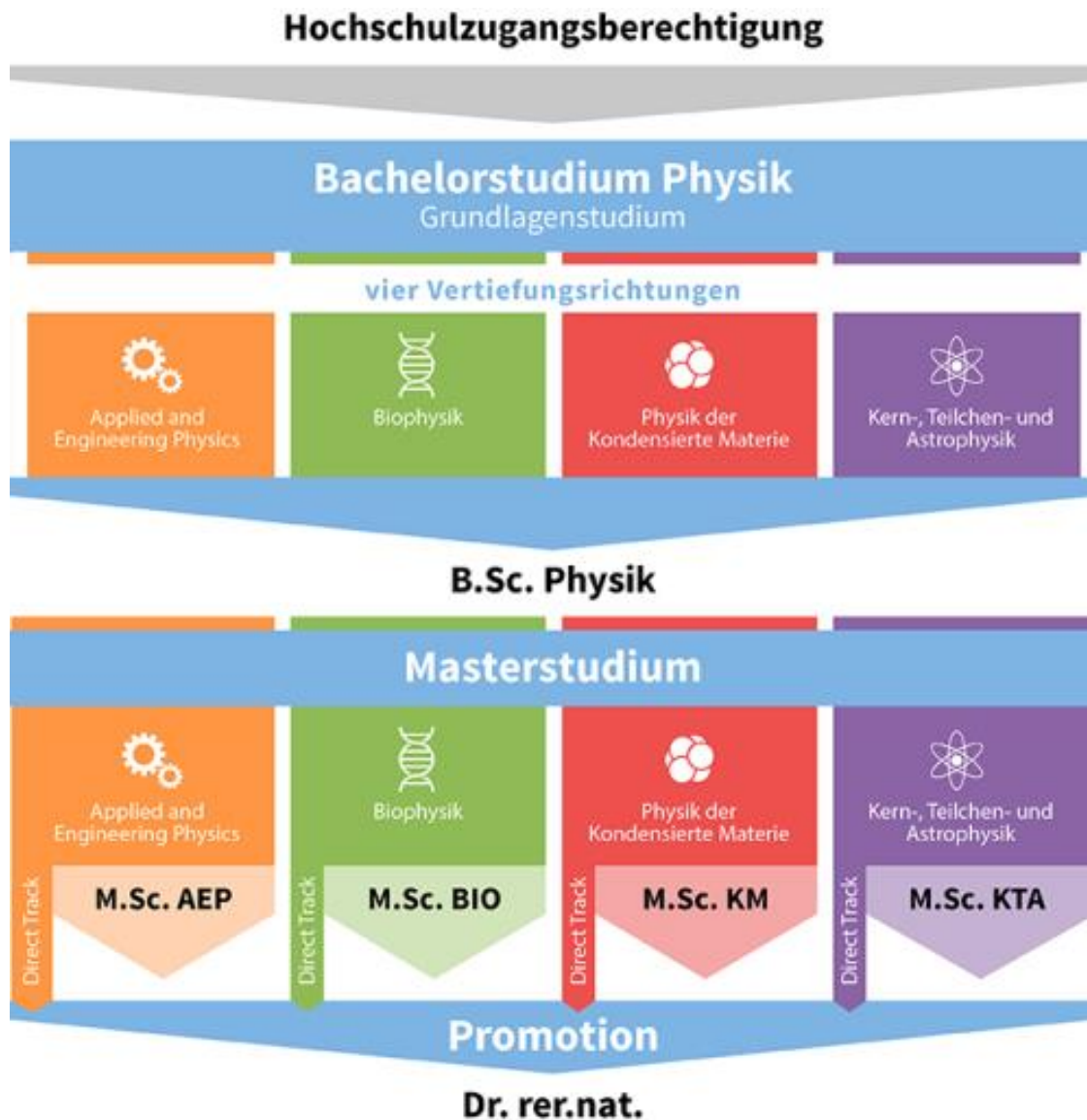


Abbildung 1: Die Konsekutive Bachelor-Masterstruktur des Physikstudiums an der TU München nach Umsetzung des Bologna-Prozesses

Die Gliederung des 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.

2 Zielgruppen

2.1 Adressatenkreis

Primäre Zielgruppe der konsekutiven Masterstudiengänge sind die Absolventen des Bachelorstudiengangs Physik an der TUM. Selbstverständlich richtet sich das Angebot auch an Absolventen, die an einer in- oder ausländischen Hochschule einen mindestens sechssemestrigen qualifizierten Bachelorabschluss oder einen mindestens gleichwertigen Abschluss im Studiengang Physik oder vergleichbaren Studiengängen erworben haben.

Wie im vorangegangenen Abschnitt erwähnt, erlaubt die Gliederung des Studienangebotes in vier Schwerpunkte eine differenzierte und optimierte Bewerberauswahl und eröffnet auch Ansätze interdisziplinärer Zulassungen.

Während Bewerber für die Masterstudiengänge Physik der Kondensierten Materie, Kern-, Teilchen und Astrophysik und Biophysik ausreichende deutsche Sprachkenntnisse nachweisen müssen, bietet der international ausgerichtete Studiengang Applied and Engineering Physics auch englischsprechenden ausländischen Spitzenstudierenden die Möglichkeit, an der Fakultät für Physik Fuß zu fassen. Der Anteil der nicht-deutschsprachigen Studierenden liegt im letztgenannten Studiengang inzwischen bei etwa 40 %.

2.2 Vorkenntnisse Studienbewerber

Wie im vorherigen Abschnitt bereits beschrieben, wird ein Abschluss vorausgesetzt, der formal und inhaltlich dem Bachelorstudiengang Physik an der TUM gleichwertig ist. Zur Feststellung der Gleichwertigkeit werden die Kompetenzen der grundlegenden Module des Bachelorstudiengangs Physik der Technischen Universität München herangezogen, so dass Bewerber neben der grundsätzlichen Begeisterung für die aktuellen Fragestellungen der modernen Physik des jeweiligen Schwerpunktes eine umfassende physikalische Grundlagenausbildung mitbringen müssen. Durch die Strukturvorgaben der Fachverbände erfüllen die Absolventen fast aller in Deutschland angebotenen Physik-Bachelorstudiengänge diese fachlichen Anforderungen. Aber auch Absolventen anderer Fachrichtungen, die durch Zusatzleistungen die entsprechenden Kompetenzen erworben haben, können zugelassen werden.

Dieselben Anforderungen werden auch an internationale Bewerber gestellt. In den meisten Fällen erfüllen internationale Bewerber mit einem Abschluss in Physik die Anforderungen ebenso.

2.3 Zielzahlen

Im Studienjahr 2011/12 bewarb sich erstmals ein vollständiger Jahrgang von Bachelor-Absolventen auf die Masterstudiengänge der Physik. Die Anfängerzahl betrug 157 und hat sich seitdem Jahr für Jahr gesteigert. Im Studienjahr 2014/15 nahmen 214 Studierende das Studium auf, wobei hier eine Überhöhung durch den *TUM 2in1*-Jahrgang anzunehmen ist. Es zeigt sich eine stärkere Nachfrage nach dem internationalen Studiengang *Physics (Applied and Engineering Physics)* gegenüber den

drei deutschsprachigen Studiengängen. Eine genauere Analyse zeigt, dass dieser Zuwachs, und somit die Attraktivität, nicht allein auf internationalen Zuspruch zurückzuführen ist, sondern betont, dass dieses anwendungsorientierte Studienprogramm auch bei nationalen Studierenden hoch im Kurs steht.

Im Zusammenhang mit dem beobachteten stetigen Zuwachs der Studierendenzahlen in den Masterstudiengängen stellt sich unweigerlich die Frage nach den möglichen Ausbauzielen. Erster limitierender Faktor ist, dass die Ausbildung mit zunehmendem Studienverlauf immer personalintensiver wird und eine umfangreiche apparative und experimentelle Alimentierung der Studierenden erfordert. Als Beispiele seien die aufwändigen Fortgeschrittenenpraktika und insbesondere die einjährige Forschungsphase auf hohem wissenschaftlichen Niveau genannt, bei der im Allgemeinen die Anbindung an ein Forschungsteam bewerkstelligt werden muss, aber auch ein Labor- und Arbeitsplatz bereitzustellen ist.

In der Vergangenheit waren Abschlussjahrgänge mit etwa 120 Studierenden die Regel. Damit hatten die zahlreichen Arbeitsgruppen am Forschungscampus Garching einerseits ein optimales Potential an jungen Nachwuchswissenschaftlern an der Schnittstelle zwischen Studium und Forschung (Abschlussarbeiten, Promotionen), andererseits war es bis dato auch immer möglich, die nötigen Arbeitsplätze bereitzustellen.

Bei den aktuellen Studierendenzahlen von über 200 im Abschlussjahrgang der Masterstudiengänge zeichnen sich diesbezüglich bereits erste Engpässe ab. Die Situation wird verschärft durch den Ressourcenbedarf der Bachelorarbeiten, die seit Umsetzung der Bologna-Reform das Studienangebot bereichern, und ihrerseits weitere etwa 150 Labor- und Arbeitsplätze pro Studienjahr für sich beanspruchen. Die weitere Entwicklung der Studierendenzahlen ist unter diesem Aspekt jedenfalls mit großem Interesse zu beobachten.

2.4 Entwicklung der Anfängerzahlen in den Masterstudiengängen Physik

Die Entwicklung der Bewerber- und Studienanfängerzahlen in den Masterstudiengängen ist in Tabelle 1 aufgezeigt. In den ersten Jahren ist dabei zunächst ein stetiger Anstieg der realen Bewerbungen (Gesamtzahl) zu verzeichnen, der dann auf hohem Niveau stagniert. Bzgl. der Verteilung auf die einzelnen Studiengänge ist festzustellen, dass der englischsprachige Studiengang

„Physics (Applied and Engineering Physics)“ an Beliebtheit gewinnt, und inzwischen bei über 50% der Bewerbungen liegt. Die übrigen Bewerbungen verteilen sich mit variierenden Anteilen auf die anderen drei Studiengänge, wobei der Studiengang „Physik (Biophysik)“ mit etwa 10% die geringste Bewerberzahl hat.

Die Entwicklung der Immatrikulationen verlief in den ersten drei Jahren entsprechend der Bewerbungen. Im Studienjahr 2014/15 ist trotz gleichbleibender Bewerbungen die Zahl der Immatrikulationen weiter gestiegen. Im Studienjahr 2015/16 kam es zu einer Abnahme der Immatrikulationen, obwohl die Zahl der Bewerbungen weiterhin gleich blieb. Im Studiengang „Physik (Biophysik)“ war dabei die Abnahme überproportional. Im Studienjahr 2016/17 kam es wieder zu einem Anstieg der Bewerberzahlen, die Immatrikulationen sind im Vergleich zum Studienjahr 2015/16 wieder deutlich angestiegen und liegen fast auf dem Niveau des Jahres 2014/15. Die Immatrikulationen im Studiengang „Physik (Biophysik)“ sind wieder deutlich angestiegen und liegen nun bei 12%. Die Tendenz der steigenden Beliebtheit des englischsprachigen Studiengangs „Physics (Applied and Engineering Physics)“ setzt sich weiter fort.

Studienjahr	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Reale Bewerbungen						
KTA	63	55	65	53	66	73
AEP	104	164	143	152	172	200
BIO	34	30	30	43	11	39
KM	68	62	89	77	78	57
Gesamt	269	311	327	325	327	369
Neuimmatrikulationen						
KTA	33	40	41	40	47	46
AEP	55	70	69	85	77	95

BIO	23	18	18	32	5	24
KM	46	41	62	57	54	35
Gesamt	157	169	190	214	183	200

Tabelle 1: Entwicklung der realen Bewerbungen (mit Dokumenteneingang) und der Immatrikulationen in den Physik-Masterstudiengängen; KTA: Physik (Kern,- Teilchen- und Astrophysik); AEP: Physics (Applied and Engineering Physics); BIO: Physik (Biophysik); KM: Physik (Physik der kondensierten Materie)

3 Qualifikationsprofil

Wie in den Vorbemerkungen bereits ausführlich dargestellt, sind die globalen Ziele und das Qualifikationsprofil der Masterstudiengänge Physik in Deutschland durch die Rahmenvorgaben der Fachverbände klar definiert. Spielraum besteht lediglich im Detail der Ausgestaltung, die vom wissenschaftlichen Profil der Universität und ihres Fachbereichs Physik geprägt ist.

3.1 Allgemeine Kompetenzen der Physik-Masterstudiengänge

Die Absolventinnen und Absolventen der Masterstudiengänge Physik füllen mit den erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten das umfassende und wegen seiner fachlichen Breite sowie Flexibilität geschätzte Berufsbild des Physikers aus; sie sind prinzipiell zum Übergang in eine Promotionsphase befähigt. Im Einzelnen bedeutet das:

- Sie vertiefen ihre mathematisch-naturwissenschaftlichen Kenntnisse, erweitern ihren Überblick über innerphysikalische Zusammenhänge sowie solche mit den Nachbardisziplinen und spezialisieren sich auf einem Spezialgebiet der Physik so, dass sie Anschluss an die aktuelle, internationale Forschung finden können.
- Sie setzen ihr Wissen beispielhaft auch an komplexen physikalischen Problemen und Aufgabenstellungen ein und können diese auf einer wissenschaftlichen Basis analysieren, formulieren und möglichst weitgehend lösen.
- Sie sind in der Lage, zur Lösung komplexer physikalischer Probleme, Experimente zu planen, aufzubauen, durchzuführen und die Ergebnisse zu interpretieren (Schwerpunkt Experimentalphysik) oder Simulation und Modellierung auf der Basis physikalischer Grundprinzipien einzusetzen (Schwerpunkt Theoretische Physik).

- Sie erwerben in ihrem Studium soziale Kompetenzen. Diese Schlüsselqualifikationen (soft skills) werden dabei weitgehend integriert in den Fachmodulen sowie vor allem in der Forschungsphase erworben.
- Sie erwerben in der einjährigen Forschungsphase die Fähigkeit, sich in ein beliebiges technisch-physikalisches Spezialgebiet einzuarbeiten, die aktuelle internationale Fachliteratur hierzu zu recherchieren und zu verstehen, Experimente oder theoretische Methoden auf dem Gebiet zu konzipieren und durchzuführen, die Ergebnisse im Lichte der verschiedensten physikalischen Phänomene einzuordnen und Schlussfolgerungen für technische Entwicklungen und den Fortschritt der Wissenschaft daraus zu ziehen.
- Sie erlernen in der Forschungsphase das notwendige Durchhaltevermögen und können in Forschungs- und Entwicklungsprojekten mit Fehlschlägen, unerwarteten Schwierigkeiten und Verzögerungen umgehen und ggf. mit modifizierter Strategie dennoch zum Ziel kommen.
- Sie sind in der Lage, auch fernab des im Masterstudiums vertieften Spezialgebietes beruflich tätig zu werden und dabei ihr physikalisches Grundwissen zusammen mit den erlernten wissenschaftlichen Methoden und Problemlösungsstrategien einzusetzen.
- Sie sind in der Lage, komplexe physikalische Sachverhalte und eigene Forschungsergebnisse im Kontext der aktuellen internationalen Forschung umfassend zu diskutieren und in schriftlicher (Master's Thesis) und mündlicher Form (Vortrag mit freier Diskussion) darzustellen.
- Sie sind sich ihrer Verantwortung gegenüber der Wissenschaft und möglicher Folgen ihrer Tätigkeit für Umwelt und Gesellschaft bewusst und handeln gemäß den Grundsätzen guter wissenschaftlicher Praxis (Deutsche Forschungsgemeinschaft 1998).

3.2 Spezielle Kompetenzen der einzelnen Studiengänge

Über die im vorherigen Abschnitt genannten allgemeinen Kompetenzen, die in einem Physik-Masterstudiengang erworben werden hinaus, werden die folgenden fachspezifischen Kompetenzen erworben:

3.2.1 Studiengang Physik der kondensierten Materie

Der/die Studierende hat ein breites Verständnis in den Grundlagen der Physik der kondensierten Materie. Mit Unterstützung eines Mentors wählt er/sie eine Spezialisierung und eignet sich in diesem Bereich vertiefte Kenntnisse an:

- Bei einer Spezialisierung im Bereich kondensierte Materie / Nanosysteme verfügen die Studierenden über fundiertes Spezialwissen über die Eigenschaften nanoskaliger Systeme wie beispielsweise optische, magnetische, supraleitende und mechanische Charakteristiken. Sie verfügen zudem über Kenntnisse des gezielten Designs, der Herstellung und der besonderen experimentellen Untersuchungsmethoden, die nanoskalige Systeme erfordern.
- Bei einer Spezialisierung im Bereich kondensierte Materie / Magnetismus und Supraleitung verfügen die Studierenden über fundiertes Spezialwissen über die grundlegenden Eigenschaften magnetischer und supraleitender Massivkristalle. Dies umfasst gängige Verfahren der Kristallzüchtung, die Bestimmung einer großen Bandbreite von Volumen- und Transporteigenschaften sowie einer ebenso großen Bandbreite spezieller mikroskopischer Untersuchungsverfahren wie Neutronen- und Röntgenstreuung sowie mikroskopischer Abbildungsverfahren.
- Bei einer Spezialisierung im Bereich kondensierte Materie / Soft Matter verfügen die Studierenden über fundiertes Spezialwissen über die Eigenschaften der weichen Materie, insbesondere Flüssigkeiten und Polymere. Ihre Expertise umfasst experimentelle Techniken von der Probenherstellung, Charakterisierung mittels Röntgen und Neutronenbeugung sowie Rastersondenmikroskopie und grundlegender Aspekte der Funktionalitäten.
- Bei einer Spezialisierung im Bereich kondensierte Materie / Oberflächen verfügen die Studierenden über fundiertes Spezialwissen über die besonderen Eigenschaften von Ober- und Grenzflächen verschiedenster Materialsysteme. Ihre Expertise umfasst die Präparation von Oberflächen und Grenzflächen und spezifischer Methoden für deren Untersuchung wie Rastersondenmikroskopie, Photoemissionsspektroskopie und Neutronenstreuung.

3.2.2 Studiengang Kern-, Teilchen- und Astrophysik

- Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Zusammenhänge der Kern-, Teilchen- und Astrophysik zu verstehen und diese auch schriftlich und mündlich darzulegen und zu diskutieren.
- Sie kennen die konzeptionelle Ähnlichkeit der Substruktur von Atomen, Atomkernen und Kernbausteinen, kennen aber auch deren grundlegende Unterschiede.
- Sie kennen die fundamentalen Wechselwirkungen zwischen den kleinsten Bausteinen der Materie, und wissen, wie daraus die komplexen Strukturen um uns herum entstanden sind.
- Sie verstehen die Bedeutung von Symmetrieprinzipien für das Verständnis dieser grundlegenden Wechselwirkungen.
- Sie kennen den Stand der Forschung, wie sich das Universum nach dem Urknall entwickelt hat, wie die Elemente entstanden sind, und wie sich Sterne im Laufe ihres Lebens verändern.

3.2.3 Studiengang Biophysik

- Das Masterstudium mit Schwerpunkt Biophysik zielt auf die Vermittlung von vertieftem Wissen der experimentellen und theoretischen Biophysik, einer Disziplin, die an der Schnittstelle von Chemie, Biologie, Physik und Medizin liegt. Die Studierenden sind zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten befähigt und besitzen die Fähigkeit zur Planung und interdisziplinären Bearbeitung von Projekten in der Grundlagen- und angewandten Forschung.
- Sie sind in der Lage, physikalische Methoden und Modelle auf biologische Systeme anzuwenden. Sie können beispielsweise physikalische Methoden zur Untersuchung und Charakterisierung biologischer Strukturen auf molekularer, zellulärer und organischer Ebene verstehen und anwenden sowie auch die Grundlagen biophysikalischer Messverfahren verstehen.
- Sie erwerben vertiefte Kenntnisse und Konzepte der Theoretischen Biophysik. Sie sind in der Lage, theoretische Konzepte auf biologische Systeme selbständig anzuwenden, kennen die Grundlagen von modernen Simulations- und analytischen

Rechenmethoden und können biologische Prozesse auf molekularer und zellulären Ebene genauer verstehen.

3.2.4 Studiengang Applied and Engineering Physics

- Sie vertiefen ihre Kenntnisse in den für die moderne Technologie relevanten Bereichen der theoretischen Physik, unter anderem kennen sie Konzepte der nichtlinearen Dynamik, und sind mit der Elektrodynamik, der Thermodynamik und der Quantenmechanik vertraut.
- Sie kennen die Anwendungen in einem der folgenden Bereiche:
 - Supraleitung und Spinelektronik
 - Nanostrukturierte Festkörper bzw. weiche Materialien
 - Energieforschung, z.B. erneuerbare Energien, Konzepte der Nukleartechnologie oder Energieumwandlung
 - Unterschiedliche experimentelle Techniken zur Untersuchung von makroskopischen und mikroskopischen Eigenschaften neuer Werkstoffe.

4 Bedarfsanalyse

Unter den naturwissenschaftlich-technischen Disziplinen und Berufsbildern nimmt die Physik eine besondere Stellung ein. Die Physik beschäftigt sich mit der Beobachtung und dem Verständnis aller grundlegenden Phänomene im Bereich von Materie und Energie. Damit bildet sie auch die Grundlage der anderen naturwissenschaftlichen Fachgebiete bis hin zu den Lebenswissenschaften und der Medizin, und sie ist die Basis der Ingenieurwissenschaften und der Technik.

Physikerinnen und Physiker arbeiten in öffentlich geförderten und in industriellen Forschungslabors an grundlagen- und anwendungsorientierten Fragestellungen. Die Themen reichen von der Kosmologie und der Elementarteilchenphysik, die meist in großen internationalen Arbeitsgruppen bearbeitet werden, über die Physik der Kondensierten Materie und der Materialien bis zur innovativen Technik. Die Physik bildet den Ausgangspunkt der zukunftsweisenden Hochtechnologien von der Mikroelektronik bis zur Nanotechnologie und ohne ihre Mitwirkung sind nachhaltige Beiträge zur Lösung der Energie- und Umweltproblematik undenkbar.

Geschätzte Berufseigenschaft der Physiker und Physikerinnen ist ihre Fähigkeit, komplexe Vorgänge in Wissenschaft, Technik und Wirtschaft unter quantitativen Gesichtspunkten systematisch zu analysieren und innovativ weiterzuentwickeln. Aufgrund dieser grundsätzlichen Fähigkeiten sind Physik-Absolventen auch in Berufsfeldern, die sonst ausschließlich den Ingenieuren vorbehalten sind, und in fachlich weiter abgelegenen Bereichen wie beispielsweise in der Unternehmensberatung und im Versicherungswesen gesuchte Mitarbeiter.

Berufliche Schlüsselqualifikation im experimentellen Bereich ist die Fähigkeit, geeignete und möglichst eindeutige Antworten liefernde Experimente zu entwerfen sowie die durch vielerlei störende Einflüsse veränderten Beobachtungen und Messresultate auf der Basis umfassenden und vielseitig anwendbaren Wissens zu interpretieren. Theoretisch orientierte Physiker und Physikerinnen beherrschen die begriffliche und mathematische Analyse beobachteter physikalischer Eigenschaften, sie entwickeln numerische Modelle und numerische Verfahren auf verschiedenen Abstraktionsebenen. Im engen Wechselspiel zwischen Experimentalphysik und Theoretischer Physik entsteht ein allgemeines und quantitatives Verständnis physikalischer Vorgänge. Dieses Naturverständnis ist ein wesentliches Kulturelement des modernen Menschen. Die darauf beruhende Fähigkeit zu verlässlichen Voraussagen von Eigenschaften und Leistungsdaten bildet das Fundament der modernen Technik.

Als Frontwissenschaft entwickelt die Physik immer wieder neuartige Experimentiertechniken, Geräte und Messverfahren bzw. neue mathematische Methoden und Computeranwendungen. Diese Methoden, Geräte und Verfahren entwickeln sich im Anschluss vielfach zu Hochtechnologie-Komponenten, deren Anwendungsbereich weit über den ursprünglichen Zweck hinausreicht.

Aus den grundsätzlichen Fragestellungen der Physik entsteht eigentliche Innovation. Das sind neue Technik- und Anwendungsfelder, die auf von der Physik entdeckten Effekten beruhen. An der Nahtstelle zwischen Physik und den Ingenieurwissenschaften stehen technische Realisierbarkeit und fortgeschrittenes physikalisches Grundlagenverständnis in engem Zusammenhang. In den klassischen Technikdisziplinen wird physikalisches grundlegendes Verständnis umso wichtiger, je näher sie an die Grenzen einer gegebenen Technik heranrücken. Deshalb sind Physiker und Physikerinnen besonders dort gefragt, wo es in Frontbereichen um Fragestellungen geht, die einer auch noch so fortgeschrittenen ingenieurmäßigen Behandlung noch nicht zugänglich sind.

Den Statistiken und Analysen der DPG für das Jahr 2011 zum Arbeitsmarkt für Physiker kann entnommen werden, dass Industrie und Wirtschaft weiterhin Arbeitskräfte für den Bereich Innovation verlangen. Aufgrund der aktuellen Daten ist davon auszugehen, dass sich der Arbeitsmarkt für Physiker weiterhin positiv entwickeln wird. Die aktuell starke Nachfrage nach Physikern im industriellen Umfeld wird sich durch den allseits zitierten Fachkräftemangel sicher nicht abschwächen, so dass aus heutiger Sicht die mittelfristigen Aussichten für Physiker sehr gut sind.

5 Wettbewerbsanalyse

5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Physik kann an etwa 60 deutschen Universitäten studiert werden. Vor allem im Grundlagenstudium gibt es einen hohen Wiedererkennungswert bei inhaltlichen und strukturellen Wesenszügen der einzelnen Studiengänge.

Im Spezialisierungsstudium, hier also dem konsekutiven Master-Studium, spiegelt sich bei genereller struktureller Vorgabe des Curriculums das Forschungsprofil des jeweiligen Fachbereiches wider - Forschung und Studium gehen eine enge Symbiose ein. Die Frage des Wettbewerbs zwischen den einzelnen Standorten stellt sich also weniger für die Studiengänge selbst, als vielmehr für die Positionierung der jeweiligen Forschung.

Die diesbezügliche hohe Reputation der TUM Physik ist unbestritten und kommt in zahlreichen Spitzenplatzierung in diversen Rankings zum Ausdruck. Das außerordentlich breite Angebot physikalischer Forschung am Campus Garching ist gebündelt in die vier Schwerpunkte Physik der Kondensierten Materie, Kern-, Teilchen und Astrophysik, Biophysik und Applied and Engineering Physics, in denen in zahlreichen Arbeitsgruppen und Institutionen nahezu alle Teilbereiche der modernen Physik bearbeitet werden. Viele, insbesondere kleinere, Universitäten müssen den Fokus dabei auf wenige Teilbereiche der Physik legen. Die TUM ist hier in der Lage, die gesamte Breite der Physik anzubieten. Es werden nicht nur alle Bereiche angeboten, sondern es gibt auch innerhalb der Bereiche ein gefächertes Angebot. Dieses Umfeld bietet den optimalen Nährboden für qualitativ hochwertige Masterstudiengänge.

Ein weiterer Standortvorteil der Physik der TUM ist das interdisziplinäre wissenschaftliche Umfeld, das der Campus Garching bietet. So sind hier nicht nur mehrere physikalische Max-Planck-Institute ansässig, sondern es besteht eine räumliche Nähe zu den Nachbarwissenschaften Mathematik, Informatik, Chemie, sowie zu den Ingenieurwissenschaften (MW, MSE). Dies führt auch zu einem breiten, attraktiven Angebot im Bereich der nichtphysikalischen Module, die im Masterstudium gewählt werden können. Andere Universitäten mit vergleichbaren Physik-Fakultäten (z.B. LMU, Uni Heidelberg, HU Berlin) haben keine ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten (Maschinenwesen, Elektrotechnik), so dass die TUM hier eine Sonderstellung unter den deutschen Universitäten, die ein ähnlich breites Spektrum der Physik anbieten, einnimmt.

5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

Die Masterstudiengänge komplettieren das grundständige Studienangebot der Fakultät für Physik. Überschneidungen zu anderen Studiengängen der TUM sind definitiv ausgeschlossen.

6 Aufbau der Masterstudiengänge Physik der TUM

Die Masterstudiengänge

- Physik der Kondensierten Materie (KM),
- Kern-, Teilchen und Astrophysik (KTA),
- Biophysik (BIO) und
- Applied and Engineering Physics (AEP),

folgen den im ersten Abschnitt ausführlich dargelegten Rahmenvorgaben für Masterstudiengänge der Physik. Sie gliedern sich in eine Vertiefungs- und eine Forschungsphase von je zwei Semestern Dauer. Eine übersichtliche Darstellung findet sich in der nachfolgenden Tabelle 2.

Sem.	Modul	Anmerkung	Credits	P/S*
Vertiefungsphase				
1	Theoretische Physik	Spezifischer Katalog	10	P
	Spezialfach spezifisch	Katalog, dem Studiengang zugeordnet	10	P
	Spezialfach komplementär	Katalog, komplementär	5	P
	Fortgeschrittene fachspezifische Schlüsselqualifikationen (zweisemestriges Modul)	Insgesamt 6 Praktikumsversuche und ein eigener Seminarvortrag	5	S
2	Spezialfach spezifisch	Katalog, dem Studiengang zugeordnet	10	P
	Spezialfach komplementär	Katalog, komplementär	5	P
	Nichtphysikalische Wahlmodule	Katalog, dem Studiengang zugeordnet	8	P
	Fortgeschrittene fachspezifische Schlüsselqualifikationen (zweisemestriges Modul)	Insgesamt 6 Praktikumsversuche und ein	5	S

		eigener Seminarvortrag		
	Allgemeinbildende Fächer		3	S
	Summe		61	
Forschungsphase				
3	Masterseminar	Fachliche Spezialisierung	10	S
	Masterpraktikum	Methodenkenntnis und Projektplanung	14	S
	Master's Thesis		5	P
4	Master's Thesis		25	P
	Masterkolloquium		5	P
	Summe		59	
	Gesamt		120	

Tabelle 2: Studienplan der Masterstudiengänge Physik * P=Prüfungsleistung, S=Studienleistung

6.1 Vertiefungsphase

6.1.1 Spezialfächer

Wesentliches Element der Vertiefungsphase ist der Katalog der Spezialfächer. Die Module des Katalogs entsprechen ausgewählten Kapiteln der experimentellen und theoretischen Physik und sind in die vier Schwerpunkte entsprechend der vier Studiengänge gegliedert. Sie spiegeln das wissenschaftliche Profil der Fakultät für Physik wider und führen inhaltlich bis an die aktuelle Forschung heran.

Pro Semester werden jeweils etwa 50 Spezialfächer angeboten. Ein Modul kann mehreren Studiengängen zugeordnet sein. Das Spezialfachangebot beinhaltet einerseits die für jeden Schwerpunkt grundlegenden Module und führt andererseits mit höchst aktuellen Vorlesungen an das Zeitgeschehen des jeweiligen Forschungsgebietes heran bzw. spiegelt die momentanen Themenschwerpunkte der Garchingener Forschungsgruppen wider. Die Kataloge unterliegen daher einer ständigen Dynamik und werden im Vorfeld eines Studienjahres vom Prüfungsausschuss aktualisiert und herausgegeben. Der Katalog der Spezialfächer des Studienjahres 2016/17 ist beispielgebend in Anhang 9.2 angefügt. Die Koordinierung dieser Aufgabe übernimmt maßgeblich für jeden Masterstudiengang ein Mentorenteam aus zwei Professoren des Forschungsschwerpunktes, die vom Studiendekan bestellt werden (vgl. Abschnitt 7).

Die Studierenden wählen Module im Umfang von 20 Credits aus dem Schwerpunkt ihres Studiengangs, Module im Umfang von 10 Credits sollen aus dem komplementären, nicht dem Schwerpunkt zugeordneten, Angebot gewählt werden.

6.1.2 Wahlmodul Theorie

Im Wahlmodul der theoretischen Physik werden die Grundlagen für ein tiefergehendes theoretisches Verständnis im gewählten Schwerpunkt gelegt. Viele Erkenntnisse in der Physik beruhen auf phänomenologischen Beobachtungen. Der Ansatz in der theoretischen Physik ist es nun, ausgehend von modellhaften Grundannahmen diese Ergebnisse zu erklären und Voraussagen für weitere experimentelle Untersuchungen zu machen. Um diesen wichtigen Aspekt in der physikalischen Ausbildung zu sichern, ist ein Wahlmodul aus dem Bereich der theoretischen Physik im Studium vorgeschrieben.

6.1.3 Fortgeschrittene fachspezifische Schlüsselqualifikationen der Physik

Im Modul „Fortgeschrittene fachspezifische Schlüsselqualifikationen der Physik“ (FFSQ, 10 Credits), das als Studienleistung erbracht wird, werden Vortragstechnik in Form einer Präsentation und Experimentierfertigkeit in Form von sechs Praktikumsversuchen (erbracht als Laborleistung) gefestigt, wobei das Seminar und zumindest vier von sechs Versuchen des Praktikums thematisch dem Schwerpunkt zugeordnet sind.

In den Lehrveranstaltungen des Moduls wird der wissenschaftliche Alltag von Physikerinnen und Physikern nachgebildet. Die Studierenden durchlaufen die wesentlichen Phasen der physikalischen Forschung von der Vorbereitung und Durchführung von Experimenten über die Auswertung und Präsentation der gewonnenen Daten bis zur Diskussion der eigenen Ergebnisse im Kontext aktueller Veröffentlichungen.

Die Studierenden führen in Teams aus i.d.R. drei Studierenden sechs Versuche aus dem Katalog des Fortgeschrittenenpraktikums gemeinsam durch. Jeder dieser anspruchsvollen Versuche umfasst dabei insbesondere die Vorbereitung mit Hilfe der Versuchsanleitung ergänzt durch Literaturrecherche mit einführender Besprechung mit dem Versuchsbetreuer, die Durchführung des Versuchs mit Anfertigung eines Protokolls, die Anfertigung einer schriftlichen Ausarbeitung der Versuchsergebnisse und eine Abschlussdiskussion der Ergebnisse mit dem Versuchsbetreuer.

Begleitend präsentieren die Studierenden in Proseminaren, die ebenfalls zu den unterschiedlichen Schwerpunkten angeboten werden, sich gegenseitig und Fachwissenschaftlern die eigenen Ergebnisse und diskutieren diese im Kontext der aktuellen Forschung auf der Basis von Recherchen in korrespondierenden wissenschaftlichen Veröffentlichungen.

Der Workload des Moduls entspricht 10 Credits, wobei etwa 60% auf das Praktikum entfallen. Das Modul ist semesterübergreifend für die ersten beiden Semester des Masterstudiums angelegt. Üblicherweise wird im ersten Semester ein Großteil der Praktika absolviert, das Proseminar ist für das zweite Semester vorgesehen, da die Studierenden zu diesem Zeitpunkt schon einen größeren Überblick über die verschiedenen Bereiche haben und daher an den Diskussionen aktiver teilnehmen können.

6.1.4 Nichtphysikalische Wahlmodule

Durch die nichtphysikalischen Wahlmodule werden Verbindungen zu den Nachbarwissenschaften oder den Anwendungen der Physik in den Ingenieurwissenschaften oder der Medizin hergestellt. Hierzu wird vom Prüfungsausschuss ein Katalog möglicher Module herausgegeben. Studierende können beantragen, dass neue Module in den Katalog aufgenommen werden. Die Anträge werden zeitnah geprüft, so dass eine Erweiterung des Katalogs auch innerhalb des Studienjahres noch

möglich ist. In der Anlage 9.3 ist der Katalog der nichtphysikalischen Wahlmodule für das Studienjahr 2016/17 dargestellt.

Im Gesamtbild ist so neben der fachlichen Vertiefung auch die Breite der Ausbildung gewährleistet.

6.1.5 Allgemeinbildende Fächer

Im Wahlbereich „Allgemeinbildende Fächer“ müssen aus einem dynamischen Katalog Module im Umfang von insgesamt 3 Credits als Studienleistung eingebracht werden. Die Studierenden werden angehalten sich überfachliche Qualifikationen anzueignen, da diese neben den Fachkompetenzen im späteren Arbeitsleben unabdingbar sind und einen hohen Stellenwert haben; entsprechend den Ausführungen im Qualifikationsprofil. Die Module bilden einen Pool von Angeboten, aus denen die Studierenden frei nach den eigenen Interessen und Bedürfnissen auswählen können. Sie benötigen aus diesem Katalog in der Regel ein Modul, um den geforderten Umfang von insgesamt mindestens 3 Credits einzubringen. Ein Verzicht auf Module mit weniger als 5 Credits oder deren Zusammenfassen zu größeren Modulen wären aufgrund der angestrebten Lernergebnisse nicht begründet und würden die Reichhaltigkeit der individuellen Auswahlmöglichkeiten stark einschränken.

6.1.6 Mentoring

Von Beginn des Masterstudiums an wird jeder Studierende von einem Mentor begleitet, der insbesondere bei der Ausrichtung und Zusammenstellung des individuellen Studienplans berät und unterstützt, so dass hinsichtlich der angestrebten Ausrichtung der Forschungsphase ein inhaltlich strukturiertes und zielorientiertes Studium resultiert.

Insbesondere für den international ausgerichteten Studiengang „Applied and Engineering Physics“ hat es sich als zielführend herausgestellt, Musterstudienpläne für spezifische Fachgebiete innerhalb des Schwerpunktes aufzulegen, wie Applied Solid State Physics, Nano Science, Energy Science, Soft Materials oder Experimental Methods (<https://www.ph.tum.de/academics/msc/aep>). Dies erleichtert Studierenden, die neu an die TUM kommen und eventuell erst kurz vor Beginn der Vorlesungszeit in München ankommen, die Orientierung und den Einstieg in das Masterstudium. Selbstverständlich ist weiterhin ein individuelles Curriculum mit Unterstützung des Mentors möglich.

6.2 Forschungsphase

Das letzte Jahr des Masterstudiums, die Forschungsphase, bildet eine für das Physikstudium charakteristische Einheit, in der die Studierenden die für den Physiker spezifische Berufsqualifikation erwerben und in der die Befähigung zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten vermittelt wird. Dazu muss eine aktuelle Fragestellung auf dem Gebiet der modernen Physik selbständig bearbeitet werden.

Im dritten Semester erarbeitet man sich zunächst im Rahmen des Masterseminars (10 Credits) die in Bezug auf das Forschungsprojekt notwendigen Fachkenntnisse auf dem aktuellen Niveau der internationalen Forschung. Das Masterpraktikum (14 Credits) dient dem Erwerb spezieller experimenteller bzw. theoretischer Fertigkeiten sowie der Konzipierung und Schaffung weiterer Voraussetzungen für die Durchführung des Forschungsprojekts. Im Rahmen der Master's Thesis (30 Credits), die zum Ende des dritten Semesters beginnt und den Großteil des vierten Semesters einnimmt, wird dieses Projekt bearbeitet und in einer Projektarbeit zusammengefasst. In dem abschließenden Masterkolloquium (5 Credits) wird die Master's Thesis verteidigt.

6.3 Prüfungen

Die Prüfungsabwicklung, wie Anmeldung, Ergebnisverbuchung oder die Erstellung von Bescheiden, erfolgt vollständig über das Campus-Management-System TUMonline. Im Regelfall werden für jedes Modul mit Prüfungsleistung nach Vorlesungsende eine Prüfung und eine Wiederholungsprüfung angeboten. Beide Prüfungen erfolgen studienbegleitend, das heißt sie finden im Zeitraum bis einschließlich der ersten Woche der Vorlesungszeit des Folgesemesters statt. Standardmäßig werden die Erst-Prüfungen in den ersten zwei bis drei Wochen der vorlesungsfreien Zeit angesetzt. Etwa in den letzten beiden Wochen der vorlesungsfreien Zeit besteht im Bedarfsfall die Möglichkeit zur Wiederholung. Falls weitere Prüfungsversuche nötig sind, können diese nach Neuauflage des Moduls, in der Regel nach einem Jahr, absolviert werden.

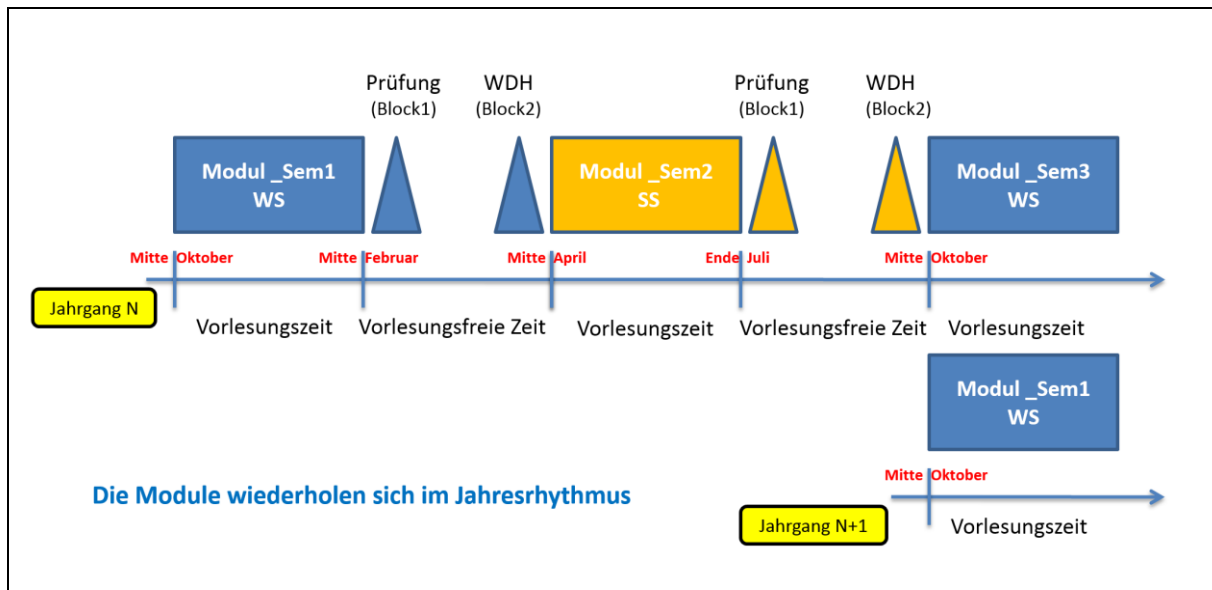


Abbildung 2: Standardschema für studienbegleitende Modulprüfungen.

6.4 Modulgröße

Die Wahlmodule der Physik (Wahlmodule der theoretischen Physik, Spezialfächer) mit Prüfungsleistung haben einen Umfang von 5 oder 10 Credits. Aus dem Angebot der Nachbarfakultäten werden Wahlmodule (Nichtphysikalische Wahlmodule) im Umfang von insgesamt 8 Credits gefordert.

Bei den Modulen mit Studienleistung hat das Modul „Fortgeschrittene fachspezifische Schlüsselqualifikationen der Physik“ einen Umfang von 10 Credits, aus dem Bereich „Allgemeinbildende Fächer“ werden 3 Credits erbracht.

6.5 Studierbarkeit

Bei der Planung der Lehrveranstaltungen (Module der theoretischen Physik, physikalische Spezialfächer) wird darauf geachtet, dass sich studierbare Studiengänge ergeben, d.h. dass die Theoriemodule möglichst überschneidungsfrei zu den für den Studiengang relevanten Spezialfächer sind. Eine vollständige Überschneidungsfreiheit der Spezialfächer ist aber bei der großen Zahl pro Semester angebotenen Lehrveranstaltungen (insbesondere Spezialfächer) nicht möglich.

In der Anlage (9.1) sind Beispielstudien-/stundenpläne für die Vertiefungsphase der einzelnen Studiengänge gezeigt, die die Steuerbarkeit belegen.

6.6 Mobilitätsfenster

Der ideale Zeitpunkt für einen Auslandsaufenthalt ist die Vertiefungsphase im ersten Studienjahr. Durch die Struktur der Masterstudiengänge, die aus Wahlmodulen bestehen und das weitreichende Angebot der Fakultät für Physik sowohl im Sommer- als auch im Wintersemester sind sowohl ein- als auch zweisemestrige Auslandsaufenthalte problemlos realisierbar. Eine Auskunft über eine mögliche Anerkennung der im Ausland erbrachten Module bekommen unsere Studierenden meist schon vor dem Aufenthalt (Learning Agreement), oder auch während des Aufenthalts bei einer Änderung der im Ausland belegten Module. Voraussetzung dafür ist nur die Verfügbarkeit der Modulbeschreibungen (bzw. Vergleichbares) von den Partnereinrichtungen.

Aufgrund der intensiven Beratung und Absprache mit der Fakultät im Vorfeld des Auslandsaufenthaltes werden die meisten Anerkennungsanträge von im Ausland erbrachten Leistungen positiv bewertet. Ausschlaggebend für die Entscheidung der Studierenden bei der Stellung eines Anerkennungsantrags ist meistens die im Ausland erzielte Note. Neben dem Austausch via strukturierte Programme kommt es über bestehende Lehrstuhlkooperationen zu zahlreichen selbstorganisierten Forschungsaufenthalten im Rahmen von Projekten und Abschlussarbeiten, die meist selbstfinanziert und somit statistisch nicht festgehalten sind.

7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Die Masterstudiengänge *Physik der Kondensierten Materie*, *Kern-, Teilchen und Astrophysik*, *Biophysik* und *Applied and Engineering Physics* sind konsekutive Studiengänge zum Bachelorstudiengang Physik der TUM und somit an der Fakultät für Physik angesiedelt.

Die Fakultät wählt einen Prüfungsausschuss. Dieser gibt die Kriterien für das Eignungsverfahren und die Modulprüfungen vor und stellt sicher, dass die in den Fachprüfungsordnungen festgelegten Regularien eingehalten werden.

Aus jedem der den Studiengängen zugeordneten Fachgebiete werden je zwei Professoren als Fachmentoren bestellt, die dem Prüfungsausschuss und dem Studiendekan in den

studiengangspezifischen Fragen beratend zur 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.

Zusammen mit dem Studiendekan und einem wissenschaftlichen Mitarbeiter sind die Fachmentoren auch Mitglieder der Kommission für das Eignungsverfahren des jeweils zugeordneten Masterstudiengangs. Durch ihre Expertise in den Anforderungen der Studiengänge können Synergien so optimal genutzt werden. Diese Kommissionen führen die Eignungsverfahren gemäß den Vorgaben in den jeweiligen Fachprüfungsordnungen durch.

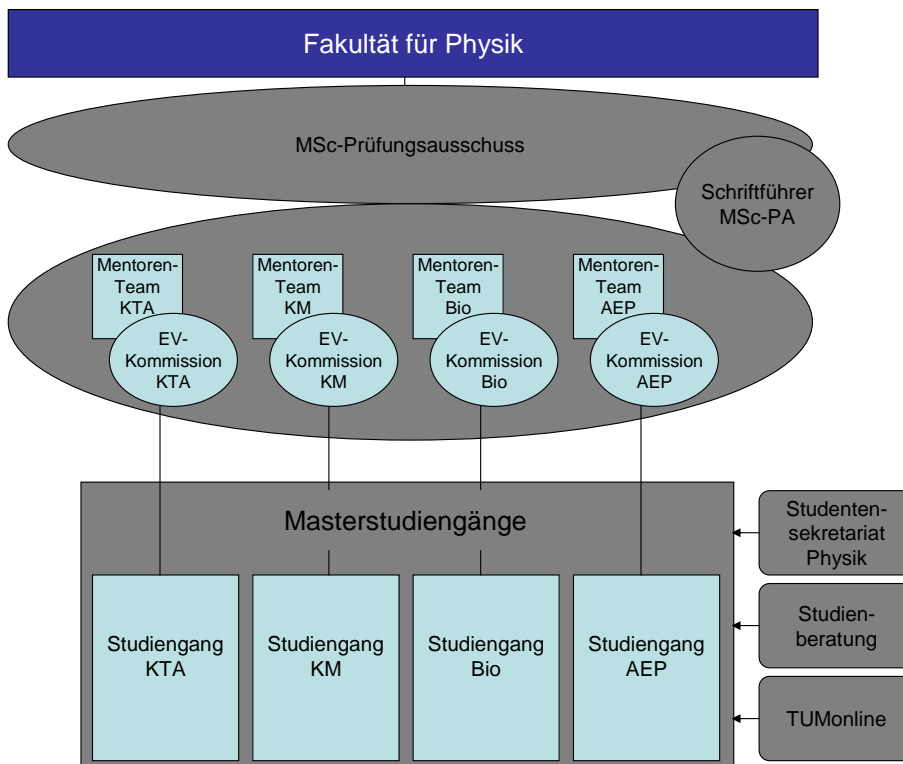


Abbildung 3: Organigramm

Die Beratung der Studierenden bei organisatorischen und prüfungsrelevanten Fragestellungen ist durch die Fachstudienberatung Physik und das Studiensekretariat 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.

8 Ressourcen

Die konsekutiven Masterstudiengänge der Physik bilden gemeinsam mit dem Bachelorstudiengang Physik der TUM das grundständige Studienangebot der Fakultät. Alle der Lehre zugeordneten Ressourcen der Fakultät, betreffend Personal, Finanz- und Sachausstattung, sind bei der Einführung der Bachelor- und Masterstudiengänge auf die neuen Studiengänge übergegangen. Die Durchführung der Masterstudiengänge ist somit gesichert.

9 Anhang

9.1 Musterstudien-/stundenpläne für die Vertiefungsphase der Masterstudiengänge

Die Beispielstudien-/stundenpläne beruhen auf dem Angebot des Studienjahres 2016/17 und zeigen die Studierbarkeit und die Flexibilität in der Modulwahl in den Masterstudiengängen. Die gezeigten Beispiele beziehen sich auf einen Studienbeginn im Wintersemester, für einen Beginn im Sommersemester ergeben sich entsprechende Pläne.

9.1.1 Physik (Physik der kondensierten Materie)

	Mod.-Nr	Modulname	WS	SS
Wintersemester				
Wahlmodul Theorie	PH1001	Theoretische Festkörperphysik	10	
Spezialfächer	PH2155	Halbleiterphysik	10	
	PH2140	Nanoscience mittels Rastersondenmikroskopie	5	
Fortgeschrittene fachspezifische Schlüsselqualifikation	PH1031	FFSQ (Fortgeschrittenenpraktikum, individuelle Termine mit den Betreuern)	5	
Summe Wintersemester			30	
Sommersemester				
Spezialfächer	PH2173	Nanoplasmonik		5
	PH2080	Einführung in die theoretische Astrophysik		5
	PH2210	Teilchenoszillationen		5
Nichtphysikalische Wahlmodule	IN2001	Algorithms for Scientific Computing		8
Fortgeschrittene fachspezifische Schlüsselqualifikation	PH1031	FFSQ (Proseminar: Fortschritte in der Festkörperphysik)		5
Allgemeinbildende Fächer	SZ0423	Englisch - English for Technical Purposes - Industry and Energy Module C1		3
Summe Sommersemester				31

	Wintersemester						Sommersemester					
	Mo	Di	Mi	Do	Fr		Mo	Di	Mi	Do	Fr	
8-9						8-9	IN2 001					8-9
9-10						9-10	IN2 001					9-10
10-11	PH2 155	PH1 001		PH1 001	PH2 140	10-11		PH1 031	IN2 001	PH2 173	IN2 001	10-11
11-12	PH2 155	PH1 001		PH1 001	PH2 140	11-12		PH1 031	IN2 001	PH2 173	IN2 001	11-12
12-13		PH2 155		PH1 001		12-13						12-13
13-14		PH2 155		PH1 001		13-14						13-14
14-15						14-15		PH2 210			PH2 080	14-15
15-16	PH2 155					15-16		PH2 210	SZ0 423		PH2 080	15-16
16-17	PH2 155					16-17			SZ0 423			16-17

9.1.2 Physik (Kern-, Teilchen- und Astrophysik)

	Mod.-Nr	Modulname	WS	SS
Wintersemester				
Wahlmodul Theorie	PH1002	Quantenmechanik 2	10	
Spezialfächer	PH2058	Einführung in die Astrophysik	5	
	PH2073	Astroteilchenphysik 1	5	
	PH2046	Polymerphysik 1	5	
Fortgeschrittene fachspezifische Schlüsselqualifikation	PH1031	FFSQ (Fortgeschrittenenpraktikum, individuelle Termine mit den Betreuern)	5	
Summe Wintersemester			30	
Sommersemester				
Spezialfächer	PH2074	Astroteilchenphysik 2		5
	PH2034	Spinelektronik		5
	PH2082	Teilchenphysik mit kosmischen und mit erdgebundenen Beschleunigern		5
Nichtphysikalische Wahlmodule	IN2001	Algorithms for Scientific Computing		8
Fortgeschrittene fachspezifische Schlüsselqualifikation	PH1031	FFSQ (Proseminar: Fortschritte in der Festkörperphysik)		5
Allgemeinbildende Fächer	SZ0423	Englisch - English for Technical Purposes - Industry and Energy Module C1		3
Summe Sommersemester				31

	Wintersemester						Sommersemester					
	Mo	Di	Mi	Do	Fr		Mo	Di	Mi	Do	Fr	
8-9		PH2 046	PH2 073			8-9	IN2 001		PH2 074			8-9
9-10		PH2 046	PH2 073			9-10	IN2 001		PH2 074			9-10
10- 11	PH2 073	PH2 046			PH1 002	10- 11			IN2 001		IN2 001	10- 11
11- 12	PH2 073	PH2 046			PH1 002	11- 12			IN2 001		IN2 001	11- 12
12- 13			PH1 002		PH1 002	12- 13					PH2 074	12- 13
13- 14			PH1 002		PH1 002	13- 14		PH2 034			PH2 074	13- 14
14- 15		PH2 058				14- 15	PH2 082	PH2 034				14- 15
15- 16		PH2 058				15- 16	PH2 082	PH2 034	SZ0 423			15- 16
16- 17						16- 17		PH1 031	SZ0 423			16- 17
17- 18						17- 18		PH1 031				17- 18

9.1.3 Physik (Biophysik)

	Mod.-Nr	Modulname	WS	SS
Wintersemester				
Spezialfächer	PH2155	Halbleiterphysik	10	
	PH2226	Synthetische Biologie 1	5	
	PH2001	Biomedizinische Physik 1	5	
Nichtphysikalische Wahlmodule	PH2023	Kinetik zellulärer Reaktionen	5	
Fortgeschrittene fachspezifische Schlüsselqualifikation	PH1031	FFSQ (Fortgeschrittenenpraktikum, individuelle Termine mit den Betreuern)	5	
Summe Wintersemester			30	
Sommersemester				
Wahlmodul Theorie	PH1006	Theorie stochastischer Prozesse		10
Spezialfächer	PH2002	Biomedizinische Physik 2		5
Nichtphysikalische Wahlmodule	IN2221	Protein Prediction		8
Fortgeschrittene fachspezifische Schlüsselqualifikation	PH1031	FFSQ (Proseminar: Intrazelluläre Motilität)		5
Allgemeinbildende Fächer	SZ1202	Spanisch A 2.1		3
Summe Sommersemester				31

	Wintersemester						Sommersemester					
	Mo	Di	Mi	Do	Fr		Mo	Di	Mi	Do	Fr	
8-9						8-9	PH1 006					8-9
9-10						9-10	PH1 006					9-10
10-11	PH2 155			PH2 226		10-11	PH2 002				PH1 031	10-11
11-12	PH2 155			PH2 226		11-12	PH2 002				PH1 031	11-12
12-13		PH2 155		PH2 001		12-13		IN2 221	PH1 006	IN2 221		12-13
13-14		PH2 155		PH2 001		13-14		IN2 221	PH1 006	IN2 221		13-14
14-15						14-15			PH1 006	IN2 221		14-15
15-16	PH2 155					15-16			PH1 006	IN2 221		15-16
16-17	PH2 155		PH2 023			16-17						16-17
17-18			PH2 023			17-18	SZ1 202					17-18
18-19						18-19	SZ1 202					18-19

9.1.4 Physics (Applied and Engineering Physics)

	Mod.-Nr	Modulname	WS	SS
Wintersemester				
Wahlmodul Theorie	PH1007	Continuum Mechanics	10	
Spezialfächer	PH2201	Energy Materials 1	5	
	PH2166	Physics and Chemistry of Functional Interfaces	5	
	PH2077	Rechnergestützte Astrophysik	5	
Fortgeschrittene fachspezifische Schlüsselqualifikation	PH1031	FFSQ (Fortgeschrittenenpraktikum, individuelle Termine mit den Betreuern)	5	
Summe Wintersemester			30	
Sommersemester				
Spezialfächer	PH2123	Advanced Effective Field Theories		5
	PH2157	Applied Superconductivity: Josephson Effects, Superconducting Electronics and Superconducting Quantum Circuits		10
Nichtphysikalische Wahlmodule	IN2010	Modelling and Simulation		8
Fortgeschrittene fachspezifische Schlüsselqualifikation	PH1031	FFSQ (Proseminar: Intrazelluläre Motilität)		5
Allgemeinbildende Fächer	SZ0705	Japanisch A1.1		3
Summe Sommersemester				31

	Wintersemester						Sommersemester					
	Mo	Di	Mi	Do	Fr		Mo	Di	Mi	Do	Fr	
8-9		PH1 007				8-9		IN2 010			PH2 123	8-9
9-10		PH1 007				9-10		IN2 010	SZ0 705		PH2 123	9-10
10- 11			PH2 166		PH2 201	10- 11		PH1 031	SZ0 705			10- 11
11- 12			PH2 166		PH2 201	11- 12		PH1 031				11- 12
12- 13						12- 13						12- 13
13- 14						13- 14						13- 14
14- 15	PH1 007	PH1 007			PH2 077	14- 15	PH2 157		PH2 157			14- 15
15- 16	PH1 007	PH1 007			PH2 077	15- 16	PH2 157		PH2 157			15- 16
16- 17						16- 17	PH2 157	IN2 010	IN2 010			16- 17
17- 18						17- 18	PH2 157	IN2 010	IN2 010			17- 18

9.2 Katalog der Spezialfächer

Der folgende Katalog der Spezialfächer beruht auf dem Angebot des Studienjahres 2016/17 .

Angebot im Wintersemester:

Modulnr.	Titel	CP	KTA	KM	BIO	AEP
PH1001	Theoretische Festkörperphysik	10		–		–
PH1002	Quantum Mechanics 2	10	–			
PH2001	Biomedizinische Physik 1	5			✓	✓
PH2012	Molekulare Biophysik: Spektroskopische Methoden	5			✓	
PH2013	Biophysik der Zelle 1	5			✓	✓
PH2023	Kinetik zellulärer Reaktionen	5			✓	
PH2024	Light Sources and Gas Laser	5				✓
PH2025	Quantenoptik 1	5		✓		✓
PH2027	Nonlinear Dynamics and Complex Systems 1	5		✓	✓	✓
PH2031	Supraleitung und Tieftemperaturphysik 1	5		✓		✓
PH2033	Magnetism	5		✓		✓
PH2035	Plasmaphysik 1	5	✓			✓
PH2037	Magnetohydrodynamic Phenomena - an Introduction	5	✓			✓
PH2043	Allgemeine Relativitätstheorie und Kosmologie	10	✓			

Modulnr.	Titel	CP	KTA	KM	BIO	AEP
PH2044	Tests des Standardmodells der Teilchenphysik 1	5	✓			
PH2046	Polymerphysik 1	5		✓		✓
PH2048	Nanostructured Soft Materials 1	5		✓		✓
PH2050	Reaktorphysik 1 und Anwendungen der Kerntechnik	5	✓	✓		✓
PH2053	Physics with Neutrons 1	5		✓		✓
PH2057	Computational Physics 1	5	✓	✓		✓
PH2058	Einführung in die Astrophysik	5	✓			
PH2066	Teilchenphysik mit Neutronen 1	5	✓			
PH2071	Grundlagen der Oberflächen- und Nanowissenschaften	5		✓		✓
PH2073	Astroteilchenphysik 1	5	✓			
PH2075	Physik mit Positronen 1	5	✓	✓		✓
PH2078	Explodierende Sterne	5	✓			
PH2081	Teilchenphysik mit höchstenergetischen Beschleunigern	5	✓			
PH2085	Magnetismus und Spin-Phänomene in niedrigdimensionalen Elektronensystemen	5		✓		✓
PH2116	Group Theory in Physics	5	✓			
PH2122	Effektive Feldtheorien	5	✓			
PH2140	Nanoscience mittels Rastersondenmikroskopie	5		✓		✓

Modulnr.	Titel	CP	KTA	KM	BIO	AEP
PH2155	Halbleiterphysik	10		✓		✓
PH2158	Ultrakurzzeitphysik 1	5		✓		✓
PH2165	Quantenmechanik molekularer Systeme	5			✓	
PH2166	Physics and Chemistry of Functional Interfaces	5		✓		✓
PH2175	Turbulence in neutral Fluids und Plasmas	5				✓
PH2181	Image Processing in Physics	5			✓	✓
PH2182	Modern X-Ray Physics	5		✓	✓	✓
PH2183	Halbleiter-Nanofabrikation und Nano-analytische Methoden	5		✓		✓
PH2189	Solid State Spectroscopy	5		✓		✓
PH2190	Ultrarelativistic heavy-ion collisions: The physics of the Quark-Gluon Plasma	5	✓			
PH2197	Photochemical Energy Conversion Artificial Photosynthesis	5		✓		✓
PH2199	Kosmologie	5	✓			
PH2201	Energy Materials 1	5		✓		✓
PH2202	Von Quarks zu Hadronen: Tiefunelastische Streuung und Partonmodell	5	✓			
PH2218	Materialphysik auf atomarer Skala 1	5		✓		✓
PH2221	Datenanalyse	5	✓			
PH2223	Vacuum, Surfaces and Thin Films	5		✓		✓

Modulnr.	Titel	CP	KTA	KM	BIO	AEP
PH2226	Chemistry in Biomedical Imaging for Physicists	5			✓	✓
PH2228	Synthetische Biologie 1	5			✓	
PH2237	Quantum Information	5		✓		
PH2238	Konzepte für zukünftige Hadroncolliderexperimente 1	5	✓			
PH2239	Photonische Quantentechnologien	5		✓		
PH2240	Physikalische Prinzipien in biologischen Systemen	10			✓	
PH2241	Hadron Physics at Accelerators, Symmetries and Neutron Stars 1	5	✓			
PH2242	Gravitational Lensing	5	✓			
PH2243	Physik unter extremen Bedingungen	5		✓		
PH2244	Field Theory in Condensed Matter Physics	5		✓		
PH2245	Effektive Feldtheorien	5	✓			
PH2252	Dynamics of DNA Topology during Transcription and Replication	5			✓	

Angebot im Sommersemester:

Modulnr.	Titel	CP	KTA	KM	BIO	AEP
PH1005	Theoretical Particle Physics	10	✓			
PH2002	Biomedizinische Physik 2	5			✓	✓
PH2011	Streumethoden in der molekularen Biophysik	5			✓	
PH2014	Biophysik der Zelle 2	5			✓	✓
PH2019	Molecular Dynamics Simulations	5			✓	✓
PH2024	Light Sources and Gas Laser	5				✓
PH2026	Quantenoptik 2	5		✓		✓
PH2028	Nonlinear Dynamics and Complex Systems 2	5		✓	✓	✓
PH2032	Supraleitung und Tieftemperaturphysik 2	5		✓		✓
PH2034	Spinelektronik	5		✓		✓
PH2036	Plasmaphysik 2	5	✓			✓
PH2040	Relativität, Teilchen und Felder	10	✓			
PH2045	Tests des Standardmodells der Teilchenphysik 2	5	✓			
PH2047	Polymerphysik 2	5		✓		✓
PH2049	Nanostructured Soft Materials 2	5		✓		✓
PH2051	Reaktorphysik 2 und neue Konzepte in der Kerntechnik	5	✓	✓		✓
PH2053	Physics with Neutrons 1	5		✓		✓
PH2054	Physics with Neutrons 2	5		✓		✓

Modulnr.	Titel	CP	KTA	KM	BIO	AEP
PH2059	Hochauflösende Astronomie: Adaptive Optik und Optische Interferometrie	5	✓			
PH2068	Fuel Cells in Energy Technology	5		✓		✓
PH2072	Aktuelle Themengebiete der Oberflächen- und Nanowissenschaften	5		✓		✓
PH2074	Astroteilchenphysik 2	5	✓			
PH2076	Physik mit Positronen 2	5	✓	✓		✓
PH2080	Einführung in die theoretische Astrophysik	5	✓			
PH2082	Teilchenphysik mit kosmischen und mit erdgebundenen Beschleunigern	5	✓			
PH2090	Computational Physics 2	5	✓	✓		✓
PH2099	Computergestützte Datenanalyse	5	✓			
PH2107	Physik und Technik von magnetischen Messverfahren	5		✓		✓
PH2113	Quantum Field Theory in a Nutshell	10		✓		
PH2114	Beobachtende Astrophysik	5	✓			
PH2123	Advanced Effective Field Theories	5	✓			
PH2134	Advanced Materials Analysis with Synchrotron Radiation: Techniques and Applications	5		✓		✓
PH2140	Nanoscience mittels Rastersondenmikroskopie	5		✓		✓
PH2154	Physikalisch-chemische Grundlagen genetischer Informationsverarbeitung	5			✓	
PH2157	Applied Superconductivity	10		✓		✓

Modulnr.	Titel	CP	KTA	KM	BIO	AEP
PH2159	Ultrakurzzeitphysik 2	5		✓		✓
PH2160	Renewable Energy	10		✓		✓
PH2170	Nanoelectronics and Nanooptics	10		✓		✓
PH2171	Halbleiterelektronik und Photonische Bauteile	5		✓		✓
PH2172	Two Dimensional Materials	5		✓		✓
PH2173	Nanoplasmonics	5		✓		✓
PH2181	Image Processing in Physics	5			✓	✓
PH2182	Modern X-Ray Physics	5		✓	✓	✓
PH2185	Fortgeschrittene Quantenfeldtheorie	10	✓			
PH2187	Elementare Prozesse in molekularen Systemen	5			✓	
PH2191	Strukturaufklärung, Bauprinzipien und Synthese kristalliner Materialien in zwei und drei Dimensionen	5		✓		
PH2196	Fusion Research	5	✓			✓
PH2206	Extragalactic Astrophysics	5	✓			
PH2207	Energy Materials 2	5		✓		✓
PH2208	Gas Detectors: Theory and Application	5	✓			
PH2209	Introduction to NMR and NMR Imaging	10			✓	✓
PH2210	Teilchenoszillationen	5	✓			
PH2214	From Quarks to Hadrons: Low and Intermediate Energy Regime	5	✓			

Modulnr.	Titel	CP	KTA	KM	BIO	AEP
PH2219	Materialphysik auf atomarer Skala 2	5		✓		✓
PH2222	Monte Carlo Methods	5	✓			
PH2223	Vacuum, Surfaces and Thin Films	5		✓		✓
PH2231	Advances in Bottom-Up Approaches in Nanotechnology	5		✓		✓
PH2233	Applied Plasma Physics: Large Vortices (Zonal Flows and Other Structures) in Fusion Reactors, Jupiter, Climate and Astrophysics	5	✓			✓
PH2235	Synthetische Biologie 2	5			✓	
PH2246	Topology and New Kinds of Order in Condensed Matter Physics	10		✓		
PH2247	Konzepte für zukünftige Hadroncolliderexperimente 2	5	✓			
PH2248	Kosmologie und Strukturbildung	10	✓			
PH2249	Hadronenphysik an Beschleunigern, Symmetrien und Neutronensterne 2	5	✓			
PH2250	Supersymmetrie und extra Dimensionen	10	✓			
PH2253	Boot Camp: Introduction into Neutrino Astronomy and IceCube Software	5	✓			

9.3 Katalog der nichtphysikalischen Wahlmodule

Der folgende Katalog der nichtphysikalischen Wahlmodule beruht auf dem Angebot des Studienjahres 2016/17.

Modulnr.	Titel	CP
BV440007	Algorithms and Data Structures	3
BV640006	Zerstörungsfreie Prüfung im Ingenieurwesen	5
CH1018	Ausgewählte Kapitel moderner Chemie für Physiker 2	4
CH1047	Grenzflächen und Partikeltechnologie	4
CH5112	Quantenmechanische Grundlagen der NMR-Spektroskopie	4
CH5115	Molekulare Biotechnologie	4
CH5123	Physikalische Chemie der Cluster	4
CH5156	Grenzflächenprozesse (Vorlesung)	4
CH5174	Biological solid-state NMR	3
EI7139	Hochfrequenzmesstechnik	6
EI7240	Memory Technologies for Data Storage	6
EI7246	Neuroprothetik	6
EI7267	Nanotechnology for Energy Systems	5
EI7308	Antennas and Wave Propagation	6
EI7310	Batteriesystemtechnik	5
EI7319	Computational Methods in Nanoelectronics	5
EI7347	Magnetische Felder in der Energietechnik	5
EI7375	Quantum Nanoelectronics	5
EI7384	System-on-Chip Technologies	5
EI7414	Advanced Electronic Devices	5
EI74341	Mixed Signal Electronics	5
EI7473	BioMEMS and Microfluidics	5
EI7476	Advanced Electromagnetics	6

Modulnr.	Titel	CP
EI7489	Nachhaltige Mobilität	5
EI7521	Musikalische Akustik	3
EI7619	Simulation of Quantum Devices	5
EI7626	Halbleiter Ober- und Grenzflächen	5
EI7646	Computational Neuroscience: Eine Ringvorlesung von Modellen bis zu Anwendungen	3
EI8030	High Voltage Technology - Fundamentals	5
EI8033	Energy Storage	5
IN1503	Advanced Programming	5
IN2001	Algorithms for Scientific Computing	8
IN2003	Efficient Algorithms and Data Structures	8
IN2010	Modellbildung und Simulation	8
IN2013	High Performance Computing - Programmiermodelle und Skalierbarkeit	4
IN2016	Bildverstehen II: Robot Vision	4
IN2017	Computer Graphics	6
IN2021	Computer Aided Medical Procedures	6
IN2022	Computer Aided Medical Procedures II	5
IN2023	Bildverstehen I: Methoden der industriellen Bildverarbeitung	3
IN2030	Data Mining and Knowledge Discovery	3
IN2031	Einsatz und Realisierung von Datenbanksystemen	6
IN2041	Automata and Formal Languages	8
IN2060	Echtzeitsysteme	6
IN2061	Einführung in die digitale Signalverarbeitung	7
IN2062	Grundlagen der Künstlichen Intelligenz	5

Modulnr.	Titel	CP
IN2064	Machine Learning	8
IN2067	Robotics	6
IN2078	Grundlagen der Programm- und Systementwicklung	6
IN2124	Basic Mathematical Methods for Imaging and Visualization	5
IN2147	Parallel Programming	5
IN2189	Computer Architecture and Networks	3
IN2197	Kryptographie	5
IN2221	Protein Prediction	8
IN2222	Cognitive Systems	5
IN2230	Protein Prediction II for Bioinformaticians	8
IN2236	Virtuelle Physik: Moderne Modellierungstechnik und ihr Einsatz in der Computersimulation	4
IN2239	Algorithmic Game Theory	5
IN2286	Image Guided Surgery	6
IN2319	Computational Physiology for Medical Image Computing	6
IN2322	Protein Prediction I for Computer Scientists	8
IN2332	Statistical Modeling and Machine Learning	8
MA2409	Probability Theory	9
MA2504	Fundamentals of Convex Optimization	9
MA3001	Functional Analysis	9
MA3005	Partial Differential Equations	9
MA3205	Differential Geometry	9
MA3305	Numerical Programming 1 (CSE)	8
MA3306	Numerical Programming 2 (CSE)	8

Modulnr.	Titel	CP
MA3402	Computational Statistics	5
MA3601	Mathematische Modelle in der Biologie	9
MA3602	Spezielle Kapitel aus der Mathematischen Biologie	9
MA4064	Fourier Analysis	5
MA4304	Computational plasma physics	5
MA5120	Algebra 2	9
MA9976	Financial Econometrics (FIM)	4
ME0156	Bildgebende Verfahren, Nuklearmedizin	3
ME510	Immunologie	3
me551	Spezielle Immunologie	3
MW0006	Wärme- und Stoffübertragung	5
MW0007	Aerodynamik des Flugzeugs I	5
MW0017	Biokompatible Werkstoffe 2 und Interdisziplinäres Seminar	5
MW0056	Grundlagen Medizintechnik und Biokompatible Werkstoffe 1	5
MW0080	Mikrotechnische Sensoren/Aktoren	5
MW0090	Industrielle Software Entwicklung für Ingenieure	5
MW0101	Produktergonomie	5
MW0139	Werkstofftechnik	5
MW0142	Aerodynamik bodengebundener Fahrzeuge	3
MW0147	Anwendung strömungsmechanischer Berechnungsverfahren in Flugantrieben	3
MW0164	Energieoptimierung für Gebäude	3
MW0183	Instationäre Aerodynamik I	3
MW0196	Luft- und Raumfahrtmedizin	3

Modulnr.	Titel	CP
MW0207	Motorradtechnik	3
MW0253	Werkstoffe für Motoren und Antriebssysteme: Otto- und Dieselmotoren	3
MW0386	Seilbahntechnik	3
MW0415	Instationäre Aerodynamik II	3
MW0470	Numerische Berechnung turbulenter Strömungen	3
MW0510	Flugantriebe I und Gasturbinen	5
MW0538	Moderne Methoden der Regelungstechnik 1	5
MW0612	Finite Elemente	5
MW0620	Nichtlineare Finite-Element-Methoden	5
MW0685	Grundlagen der experimentellen Strömungsmechanik	3
MW0715	Trends in der Medizintechnik I	3
MW0799	Introduction to Nuclear Energy	5
MW0800	Trends und Entwicklungen in der Fahrzeugtechnik	3
MW0836	Navigation und Datenfusion	3
MW0850	Nichtlineare Kontinuumsmechanik	5
MW0866	Multibody Simulation	3
MW0884	Fundamentals of Nuclear Engineering	5
MW0887	Technologie und Entwicklung von Triebwerken der nächsten Generation	3
MW0888	Konstruktionsaspekte bei Flugantrieben	3
MW0892	Application of Radioactivity in Industry, Research and Medicine	5
MW0964	Fundamentals of Thermal-hydraulics in Nuclear Systems	5
MW0997	Aerodynamik von Hochleistungsfahrzeugen	3
MW1029	Ringvorlesung Bionik	3

Modulnr.	Titel	CP
MW1042	Lasertechnik	5
MW1112	Nuclear Fusion Reactor Engineering	3
MW1353	Radiation and Radiation-Protection	5
MW1384	Kohlenstoff und Graphit - Hochleistungswerkstoffe für Schlüsselindustrien	3
MW1402	Hubschrauber-Flugmechanik und -Flugregelung	3
MW1420	Advanced Control	5
MW1475	Renewable Energy Technology I	3
MW1476	Renewable Energy Technology II	3
MW1746	Advanced Parallel Computing and Solvers for Large Problems in Engineering	5
MW1790	Near Earth Objects (NEOs)	3
MW1814	Solarthermische Kraftwerke	5
MW1817	Biomechanik - Grundlagen und Modellbildung	5
MW1827	Mikroskopische Biomechanik	5
MW1828	Designprinzipien in Biomaterialien - die Natur als Ingenieur	3
MW1834	Grundlagen der Kälteerzeugung und Industrielle Tieftemperaturanlagen	3
MW1969	Desalination	5
MW1979	Introduction to Spacecraft Technology	4
MW1983	Spacecraft Technology	8
MW2075	Multifunktionelle polymerbasierte Komposite	3
MW2076	Auslegung von Elektrofahrzeugen	5
MW2119	Turbomaschinen	5
MW2120	Raumfahrtantriebe I	5
MW2132	Raumfahrzeugentwurf	5

Modulnr.	Titel	CP
MW2155	Bemannte Raumfahrt	5
MW2182	Orbit- und Flugmechanik	5
MW2217	Plasma-Material-Wechselwirkung	3
MW2238	Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen	3
MW2248	Datenanalyse und Versuchsplanung	5
MW2280	Strom- und Wärmespeicher	3
PH2110	Ausgewählte Themen der Molekular- und Zellbiologie	5
PH2139	Grundlagen und Methoden der Biochemie und Molekularbiologie	5
PH2236	Grundlagen der molekularen Biologie für Physiker	3
WZ2051	Einführung in die Geologie und Gesteinskunde	3
WZ2457	Neurobiologie	3
WZ2458	Sinnesphysiologie	3
WZ3213	Molecular Oncology	5
WZ6318	Geologische Grundlagen der Naturräume Bayerns	5
WZ8088	Climate Change	6

9.4 Katalog der Wahlmodule der Theoretischen Physik

Der folgende Katalog der Wahlmodule der theoretischen Physik beruht auf dem Angebot des Studienjahres 2016/17.

Modulnr.	Titel
Studiengang Physik (Physik der kondensierten Materie)	
PH1001	Theoretische Festkörperphysik

Modulnr.	Titel
Studiengang Physik (Physik der kondensierten Materie)	
PH1006	Theorie stochastischer Prozesse
Studiengang Physik (Kern-, Teilchen- und Astrophysik)	
PH1002	Quantenmechanik 2
PH2040	Relativität, Teilchen und Felder
PH2041	Quantenfeldtheorie
Studiengang Physik (Biophysik)	
PH1006	Theorie stochastischer Prozesse
PH1007	Kontinuumsmechanik
Studiengang Physics (Applied and Engineering Physics)	
PH1007	Kontinuumsmechanik
PH1004	Fortgeschrittene theoretische Physik