

# Studiengangsdokumentation Bachelorstudiengang Physik

Teil A  
Fakultät für Physik  
Technische Universität München

## Allgemeines:

- Organisatorische Zuordnung: Fakultät für Physik
- Bezeichnung: Bachelorstudiengang Physik
- Abschluss: Bachelor of Science (B.Sc.)
- Regelstudienzeit und Credits: 6 Fachsemester und 180 Credit Points (CP)
- Studienform: Vollzeit, Präsenzstudiengang
- Zulassung: zulassungsfrei
- Starttermin: Wintersemester (WiSe) 2008/2009
- Sprache: Deutsch
- Studiengangsverantwortlicher: Prof. Dr. Reinhard Kienberger (Studiendekan Physik)
- Ansprechperson bei Rückfragen zu diesem Dokument:  
Dr. Philipp Höffer v. Loewenfeld  
E-Mailadresse: [studium@ph.tum.de](mailto:studium@ph.tum.de)  
Telefonnummer: +49 89 289-12344
- Stand vom: 14.10.2019

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Studiengangsziele .....</b>	<b>4</b>
1.1	Zweck des Studiengangs .....	4
1.2	Strategische Bedeutung des Studiengangs .....	5
<b>2</b>	<b>Qualifikationsprofil .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Zielgruppen .....</b>	<b>9</b>
3.1	Adressatenkreis .....	9
3.2	Vorkenntnisse .....	9
3.3	Zielzahlen .....	9
<b>4</b>	<b>Bedarfsanalyse .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Wettbewerbsanalyse .....</b>	<b>16</b>
5.1	Externe Wettbewerbsanalyse .....	16
5.2	Interne Wettbewerbsanalyse.....	17
<b>6</b>	<b>Aufbau des Studiengangs.....</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten .....</b>	<b>28</b>
<b>8</b>	<b>Entwicklungen im Studiengang .....</b>	<b>30</b>

# 1 Studiengangsziele

## 1.1 Zweck des Studiengangs

»Die Physik ist darum bemüht, den Ablauf des Geschehens auf allgemeingültige Gesetze – die Naturgesetze – zurückzuführen.« Rudolf Mößbauer, Nobelpreis 1961.

Der Forscherdrang des Menschen hat das Wissen über unsere Welt auf bedeutsame Weise vertieft und hat enorme Auswirkungen auf unseren Alltag. Physik beinhaltet die experimentelle Erforschung, messende Erfassung und mathematische Darstellung von Naturvorgängen. Sie ist damit von grundlegender Bedeutung. Zweck des Bachelorstudiengangs Physik ist es, den Studierenden eine breite und wissenschaftlich fundierte Grundausbildung auf den wichtigsten Teilgebieten der Physik und ihren Anwendungen zu vermitteln, und sie mit den Methoden des physikalischen Denkens und Arbeitens vertraut zu machen. Durch ihre Ausbildung und durch die Schulung des analytischen Denkens erwerben die Studierenden die Fähigkeit, sich später in die vielfältigen an sie herangetragenen Aufgabengebiete einzuarbeiten. Insbesondere erlangen sie das für ein Masterstudium in Physik oder angrenzenden Disziplinen erforderliche Grundwissen. Das Studium weist folglich eine begrenzte Schwerpunktsetzung auf und vermittelt neben der fachlichen Qualifikation allgemeine und fachspezifische Schlüsselqualifikationen.

Der Bachelor-Abschluss ist grundsätzlich berufsbefähigend. Faktisch wird er in der Regel jedoch nicht ausreichen, um insbesondere im begehrten Arbeitsumfeld von Forschung und Entwicklung den dort charakteristischen Qualifikationsanforderungen zu genügen. Um auf dem Gebiet der Physik einen Kenntnisstand auf international höchstem Niveau zu erwerben, empfiehlt es sich deshalb sehr einen darauf aufbauenden Masterstudiengang zu absolvieren. In der Physik definiert der Masterabschluss den Regelzugang zur Promotion. Diese Einschätzung wird durch das Verhalten der Bachelorabsolventinnen und -absolventen der Fakultät für Physik der TUM seit den ersten Abschlüssen im Herbst 2011 eindrucksvoll bestätigt, denn nahezu alle nehmen anschließend ein Masterstudium im Bereich der Physik auf.

Die Ausbildung in der Physik erfordert eine solide, wissenschaftliche Grundausbildung sowohl in Mathematik als auch experimentellen und theoretischen Ansätzen der Physik. Auf Grund der universellen Anwendbarkeit dieser Grundkonzepte in vielen Bereichen der Physik, ist es unabhängig von einer späteren Spezialisierung in einem physikalischen oder interdisziplinären Masterstudium wichtig, alle Studierenden in den Grundlagen aller Bereiche der Physik auszubilden. Am Physik-Department gibt es daher einen grundständigen Bachelorstudiengang Physik, der die Grundlagen für eine wissenschaftliche Tätigkeit in allen Bereichen der Physik legt. Die Inhalte sind in Übereinstimmung mit den deutschlandweit gültigen Empfehlungen der Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP) und der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) zusammengestellt. Durch die Abstimmung mit den anderen Physik-Fachbereichen im Rahmen der KFP ist eine bundesweite Vergleichbarkeit der Abschlüsse im Studienfach Physik gewährleistet. Während die ersten beiden Jahre des Bachelorstudiums auf Grund der Rahmenbedingungen zu großen Teilen aus Pflichtmodulen bestehen, bietet das letzte Jahr die Möglichkeit einer individuellen Schwerpunktsetzung durch Wahlmodulkataloge. Unabhängig von der individuellen Vertiefung erwerben alle Studierenden eine qualifizierte Grundausbildung in der vollen Breite der Physik und bereitet damit optimal auf ein Masterstudium in Physik oder einem interdisziplinären Gebiet zwischen Physik und Nachbarwissenschaften vor.

## 1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

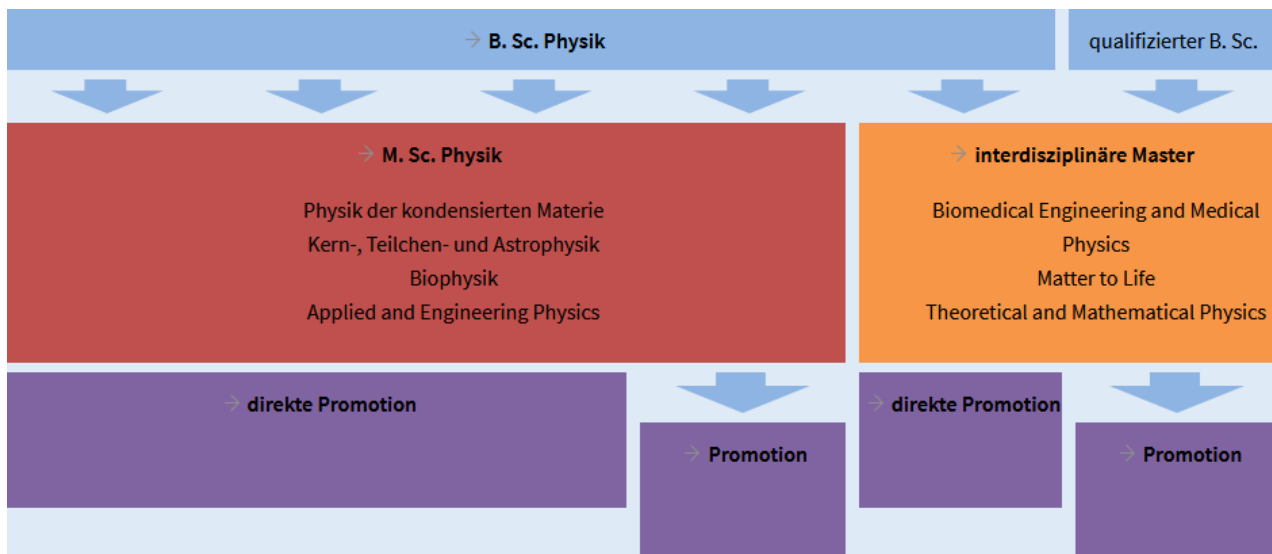


Abbildung 1: Studienstruktur am Physik-Department

Der Bachelorstudiengang Physik ist der grundständige Studiengang der Fakultät für Physik. Er bildet gleichermaßen die Grundlage für die vier Physik-Masterstudiengänge wie auch das interdisziplinäre Master-Studienangebot (vgl. Abbildung 1: Studienstruktur am Physik-Department). Dies erlaubt, die Ausbildung der Studierenden von Anfang an optimal auf die aktuelle wissenschaftliche Forschung auszurichten.

Korrespondierend zu den drei Forschungsbereichen Physik der kondensierten Materie, Kern-, Teilchen- und Astrophysik sowie Biophysik, in die die Gruppen des Physik-Departments gegliedert sind, werden je ein spezifischer Physik-Masterstudiengang angeboten. Diese Kern-Masterstudiengänge werden ergänzt durch den englischsprachigen Masterstudiengang Applied and Engineering Physics, in dem die technischen und anwendungsorientierten Aspekte aus allen drei Forschungsbereichen gebündelt werden. Dieses Kernangebot an Physik-Masterstudiengängen wird durch interdisziplinäre Angebote ergänzt, um die interdisziplinäre Forschung an den Grenzbereichen der Physik mit Nachbarwissenschaften zu fördern und Brücken zu Mathematik, Chemie, Biologie, Medizin und in die Ingenieurwissenschaften zu schlagen. So gibt es seit kurzem zwei interdisziplinäre Masterstudiengänge in Zusammenarbeit mit der Munich School of BioEngineering: der Masterstudiengang „Biomedical Engineering and Medical Physics“ steht an der Schnittstelle von Physik, Medizin und Ingenieurwissenschaften und der Masterstudiengang „Matter to Life“ steht an der Schnittstelle Physik, Chemie und Biologie. Der letztgenannte besteht in Partnerschaft mit ähnlichen Studienangeboten in Tübingen und Göttingen im Rahmen der Max-Planck-School „Matter to Life“. Zurzeit wird ein weiterer Masterstudiengang „Quantum Science and Technology“ gemeinsam mit der LMU entwickelt, der weitere Brücken von der Physik in Nachbardisziplinen wie die Elektro- und Informationstechnik gestalten wird. Der bestehende gemeinsame Elite-Masterstudiengang „Theoretical and Mathematical Physics“ der LMU und TUM, wird administrativ von der Fakultät für Physik der LMU betreut und fördert Verknüpfungen in die Mathematik.

Die interdisziplinären Masterstudiengänge stehen einem breiteren Spektrum an Bewerberinnen und Bewerbern offen. Das Angebot an englischsprachigen Masterstudiengängen ermöglicht es

zusätzliche internationale Studierende anzuwerben. Diesen Bachelorabsolventinnen und -absolventen von anderen nationalen und internationalen Universitäten wird der Einstieg in das als Gesamtangebot konzipierte System am Physik-Department durch die im letzten Studienjahr des Bachelorstudiengangs zusätzlich in englischer Sprache angebotenen Module erleichtert.

Die Masterstudiengänge enthalten alle eine Studien- und eine Forschungsphase, wobei die Forschungsphase optimal auf eine spätere Promotion vorbereitet. Für herausragende Studierende aus den Masterstudiengängen des Physik-Departments eröffnet sich ein direkter Übergang zur Promotion, indem die Forschungsphase bzw. Masterarbeit des Studiums nahtlos in einem Promotionsprojekt fortgeführt wird. Diese "direkte Promotion" führt in der Regel deutlich schneller zum Promotionsabschluss. Das "Direct Track"-Konzept vereint somit die Vorteile des traditionellen Promotionswesens mit der Kürze eines "Fast Track"-Konzepts - ohne Nachteile wie einen (formal) fehlenden Masterabschluss, siehe Abbildung 1.

In der Evaluierung der Fakultät für Physik der TUM im Jahr 2017 und im erweiterten QM-Zirkel, der 2019 durchgeführt wurde, bestätigten die externen Expertinnen und Experten den Bachelorstudiengang Physik als sehr gut geeignet um Physikerinnen und Physiker auszubilden. Dabei wurde besonders gelobt, dass es gelingt neben den umfangreichen Inhalten, die aus fachlicher Sicht zwingend notwendig für alle Studierenden im Grundlagenstudium der Physik erscheinen, sehr gute Wahlmöglichkeiten zu schaffen.

## 2 Qualifikationsprofil

Das Qualifikationsprofil entspricht den Anforderungen des Qualifikationsrahmens für Deutsche Hochschulabschlüsse (Hochschulqualifikationsrahmens HQR) gemäß Beschluss vom 16.02.2017 der Hochschulrektorenkonferenz und Kultusministerkonferenz. Gemäß des HQR kann das Qualifikationsprofil für den Bachelorstudiengang Physik anhand der Anforderungen

- i. Wissen und Verstehen,
- ii. Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen,
- iii. Kommunikation und Kooperation,
- iv. wissenschaftliches Selbstverständnis und Professionalität und
- v. formale Aspekte

definiert werden. In diesem Kapitel sind die einzelnen Aspekte der Kategorien i. bis iv. benannt. Die formalen Aspekte gemäß HQR (Zugangsvoraussetzungen, Dauer, Abschlussmöglichkeiten) sind in den Kapiteln 3 und 6 sowie in der Fachprüfungs- und Studienordnung ausgeführt.

Der erfolgreich absolvierte Bachelorstudiengang Physik ermöglicht einerseits einen frühen Einstieg ins Berufsleben (Berufsbefähigung) und befähigt andererseits die Absolventinnen und Absolventen zu einem weiterführenden Studium. Die Absolventinnen und Absolventen verfügen mit ihren Kenntnissen und Fähigkeiten über eine Qualifizierung auf solider naturwissenschaftlich-mathematischer Grundlage, über bestimmte überfachliche Qualifikationen und über eine hohe Flexibilität, die eine vorzügliche Basis insbesondere für die weitere Qualifizierung und Spezialisierung darstellt. Im Einzelnen bedeutet das:

Sie verfügen über fundierte Kenntnisse in der klassischen Physik (Mechanik, Elektrodynamik, Thermodynamik, Schwingungen, Wellen und Optik) und sind mit den Grundlagen der Quanten-, Atom- und Molekül-, Kern-, Elementarteilchen- und Festkörperphysik vertraut.

Sie kennen wichtige, in der Physik eingesetzte mathematische Methoden und können diese zur Lösung physikalischer Probleme einsetzen.

Sie verstehen weitgehend grundlegende Prinzipien der Physik, deren inneren Zusammenhang und mathematische Formulierung und eignen sich darauf aufbauende Methoden an, die zur theoretischen Analyse, Modellierung und Simulation einschlägiger Prozesse geeignet sind.

Sie können ihr Wissen exemplarisch auf physikalische Aufgabenstellungen anwenden und teilweise vertiefen und erwerben damit einen Grundstein für eine Problemlösungskompetenz.

Sie sind zu einem prinzipiellen physikalischen Problemverständnis befähigt. In der Regel wird dies allerdings noch kein tiefergehendes Verständnis aktueller Forschungsgebiete ermöglichen.

Sie sind somit in der Lage, physikalische und teilweise auch übergreifende Probleme, die zielorientiertes und logisch fundiertes Herangehen erfordern, auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse selbständig einzuordnen und durch Einsatz naturwissenschaftlicher und mathematischer Methoden zu analysieren bzw. zu lösen.

Sie sind mit den Grundprinzipien des Experimentierens vertraut, können moderne physikalische Messmethoden einsetzen und sind in der Lage, die Aussagekraft der Resultate richtig einzuschätzen.

Sie erwerben in der Regel auch überblicksmäßige Kenntnisse in ausgewählten anderen naturwissenschaftlichen oder technischen Disziplinen.

Sie sind befähigt, ihr Wissen auf unterschiedlichen Gebieten einzusetzen und in ihrer beruflichen Tätigkeit verantwortlich zu handeln. Dabei können sie auch neue Tendenzen auf ihrem Fachgebiet erkennen und deren Methodik – gegebenenfalls nach entsprechender Qualifizierung – in ihre weitere Arbeit einbeziehen.

Sie können das im Bachelorstudium erworbene Wissen ständig eigenverantwortlich ergänzen und vertiefen. Sie sind mit dazu geeigneten Lernstrategien vertraut (lebenslanges Lernen); insbesondere sind sie prinzipiell zu einem konsekutiven Masterstudium befähigt.

Sie machen in ihrem Studium erste Erfahrungen mit überfachlichen Qualifikationen (z. B. Zeitmanagement, Lern- und Arbeitstechniken, Kooperationsbereitschaft, Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit, Regeln guter wissenschaftlicher Praxis) und können diese Fähigkeiten weiter ausbauen.

Sie kennen Kommunikationstechniken und sind mit Grundelementen der englischen Fachsprache vertraut.

Sie sind dazu befähigt, eine einfache wissenschaftliche Aufgabenstellung zu lösen und ihre Ergebnisse im mündlichen Vortrag und schriftlich zu präsentieren.



## 3 Zielgruppen

### 3.1 Adressatenkreis

Als grundständiger Studiengang ohne Zulassungsbeschränkung steht der Bachelorstudiengang Physik zunächst allen Studienanfängerinnen und -anfängern mit allgemeiner bzw. spezifischer fachgebundener Hochschulreife offen. Wesentliche Voraussetzung für das erfolgreiche Studium der Physik ist jedoch die Begeisterung für das Fach und die Faszination an Naturwissenschaften und Technik sowie ein tiefes Interesse an physikalischen Phänomenen und Problemen. Unerlässlich sind eine gewisse physikalische und mathematische Begabung, die sich spätestens in den letzten Schuljahren deutlich abgezeichnet haben sollte.

### 3.2 Vorkenntnisse

Die intensive Auseinandersetzung mit Physik oder Mathematik in der Oberstufe wird empfohlen, ist aber keine unabdingbare Voraussetzung. Die in der Schule erworbenen mathematischen Grundkenntnisse können vor Beginn der Vorlesungszeit des ersten Fachsemesters im Mathematischen Vorkurs der Fakultät aufgefrischt werden. Der Vorkurs dient außerdem der allgemeinen Einführung in das Studium.

Weiter werden Erfahrungen im Umgang mit dem Computer sowie ausreichende Kenntnisse der englischen Sprache sehr empfohlen, um während des Studiums beispielsweise Literaturrecherche und Datenverarbeitung durchzuführen und um englischsprachige wissenschaftliche Texte und Vorträge zu verstehen. Im Zeitalter der Internationalisierung und Globalisierung ist es heute eine Selbstverständlichkeit, dass die englische Sprache mit fortschreitender Studiendauer, siehe die Masterstudiengänge, auch im Lehrangebot zunehmend Einzug hält. Möglichkeiten zur Vertiefung von Englischkenntnissen werden bereits im Rahmen des Bachelorstudiums angeboten.

### 3.3 Zielzahlen

Aufgrund des grundsätzlich ausgelegten Charakters des Physikstudiums muss die Thematik Zielzahlen im Bachelorstudiengang in der Gesamtschau mit den Masterstudiengängen betrachtet werden, die ihrerseits einen stetigen Zuwachs der Studierendenzahlen verzeichnen. Wesentlicher limitierender Faktor ist, dass die Ausbildung mit zunehmendem Studienverlauf immer personalintensiver wird und eine umfangreiche apparative und experimentelle Alimentierung der Studierenden erfordert. Beispielgebend seien die aufwendigen Fortgeschrittenenpraktika und insbesondere die einjährige Forschungsphase auf hohem wissenschaftlichen Niveau im Masterstudium genannt, bei der im Allgemeinen die Anbindung an ein Forschungsteam bewerkstelligt werden muss, aber auch ein Labor- und Arbeitsplatz bereitzustellen ist. Die Situation wird verschärft durch den Ressourcenbedarf der Bachelor's Thesis, die seit Umsetzung der Bologna-Reform das Studienangebot bereichern, und ihrerseits über 150 weitere Labor- und Arbeitsplätze pro Studienjahr für sich beanspruchen.

Bei den aktuellen Studierendenzahlen von über 250 im Abschlussjahrgang der Masterstudiengänge scheint eine Kapazitätsgrenze und somit das Ausbauziel erreicht. Bei dieser Größenordnung verfügen die zahlreichen Arbeitsgruppen am Forschungscampus Garching einerseits über ein optimales Potential an jungen Nachwuchswissenschaftlerinnen an der Schnittstelle zwischen

Studium und Forschung (Abschlussarbeiten, Promotionen), während andererseits die Bereitstellung der nötigen Arbeitsplätze bereits am Limit ist.

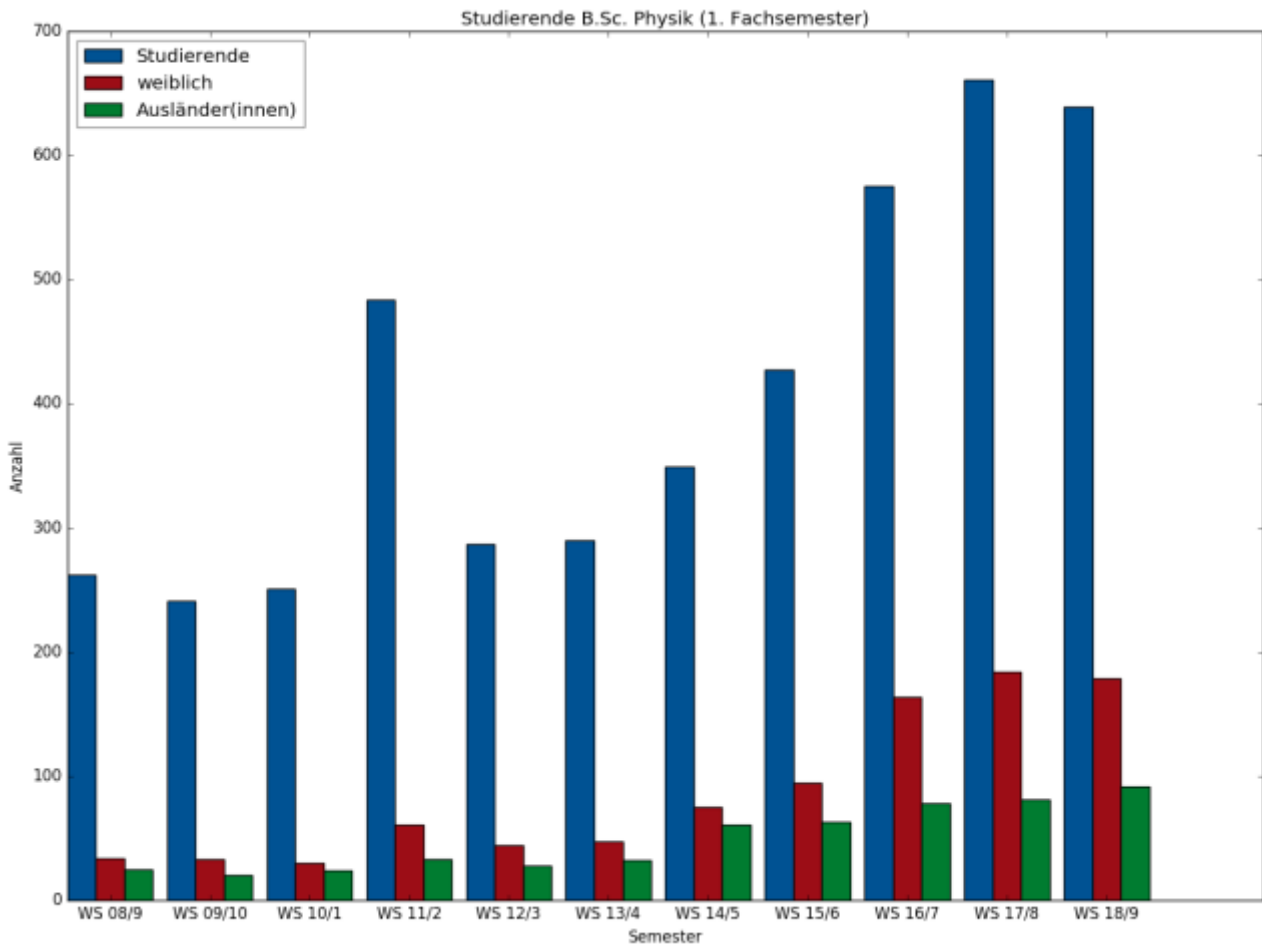


Abbildung 2: Entwicklung der Anfängerzahlen im grundständigen Studium der Physik

Die Zahl der Studienanfängerinnen und -anfänger im grundständigen Studiengang Physik an der Technischen Universität München (Abbildung 2: Entwicklung der Anfängerzahlen im grundständigen Studium der Physik) hatte sich auch nach der Umstellung auf den Bachelorstudiengang im WS 2008/9 ungebrochen auf erfreulich hohem Niveau gehalten und zunächst bei durchschnittlich 250 neuen Studierenden eingeepegelt. Bereits im Studienjahr 2011/2 konnte mit 476 neuen Studierenden, respektive einem Plus von fast 90%, der dem bayerischen "Doppeljahrgang" geschuldete prognostizierte Zuwachs von 40–50 % bei Weitem übertroffen werden und auch in den Folgejahren setzte sich dieser Aufwärtstrend in den Anfängerzahlen kontinuierlich fort. Im Studienjahr 2018/9 haben 639 Studierende das Studium aufgenommen, wobei der Zuwachs bei den Abschlüssen auf Grund des Parkstudierenden-Phänomens wesentlich moderater ausfällt.

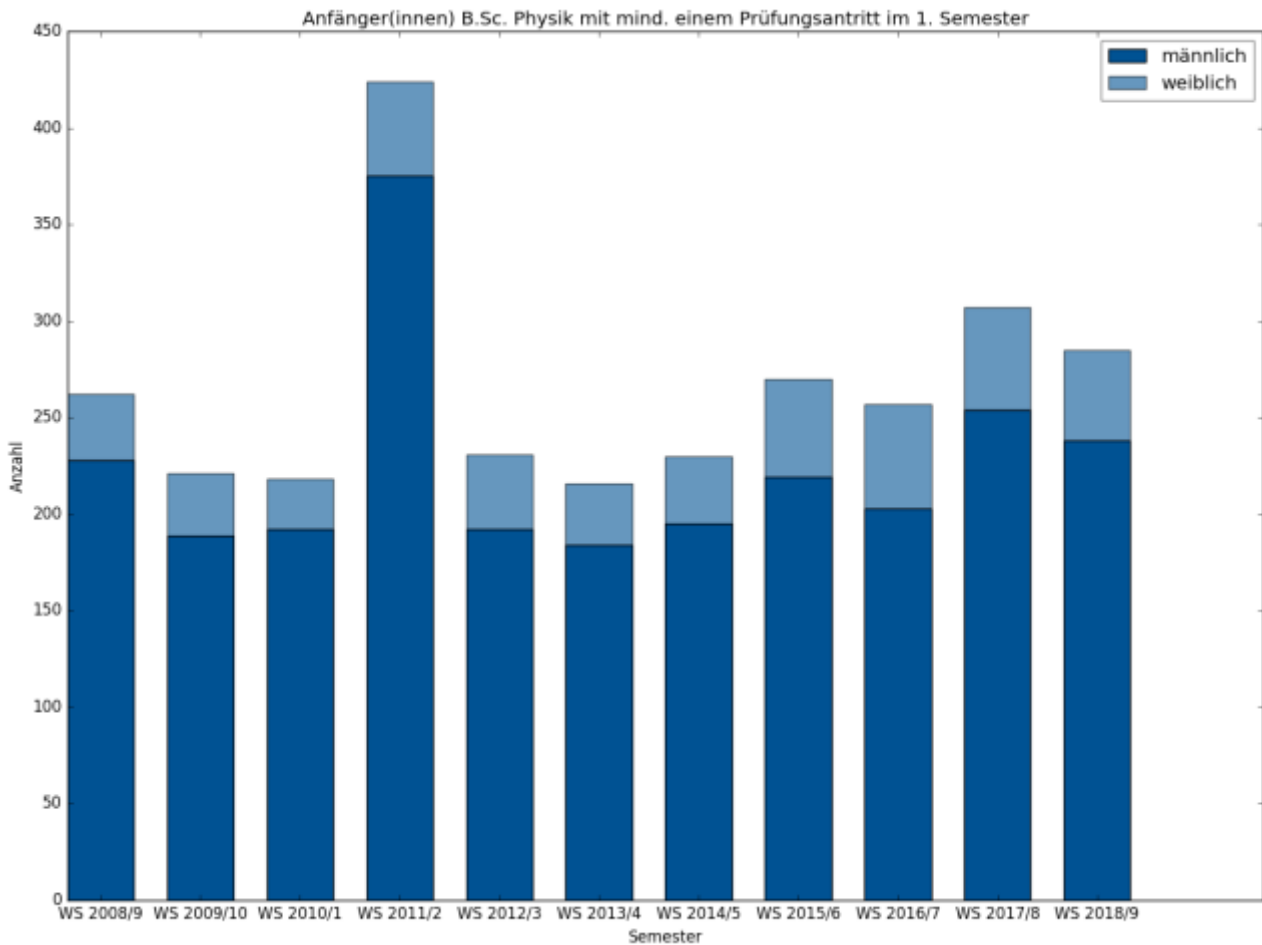


Abbildung 3: Entwicklung der realen Studierendenzahlen (mindestens ein Prüfungsantritt im 1. Semester)

Bemerkenswert ist, dass eine große Anzahl der offiziell registrierten Studierenden zu keiner der Pflichtprüfungen nach dem ersten Semester antritt, was direkt zur Exmatrikulation wegen endgültigen Nicht-Bestehens führt. Die formalen Studierendenzahlen eignen sich daher nur bedingt, um die tatsächliche Zahl der Studierenden in den Lehrveranstaltungen einzuschätzen und Erfolgsquoten zu ermitteln. Wir definieren daher die Bezugsgröße "reale Studierende" (Abbildung 3: Entwicklung der realen Studierendenzahlen (mindestens ein Prüfungsantritt im 1. Semester)), die nur jene Studierenden des Jahrgangs inkludiert, die mindestens zu einer Pflichtprüfung des ersten Semesters angetreten sind oder durch Attest entschuldigt waren. Von WS 2008/9 bis WS 2014/5 lag diese Zahl recht stabil bei ca. 220 (mit Ausreißer von ca. 430 beim doppelten Abiturjahrgang im WS 2011/2) und steigt in den letzten Jahren auf knapp 300 an.

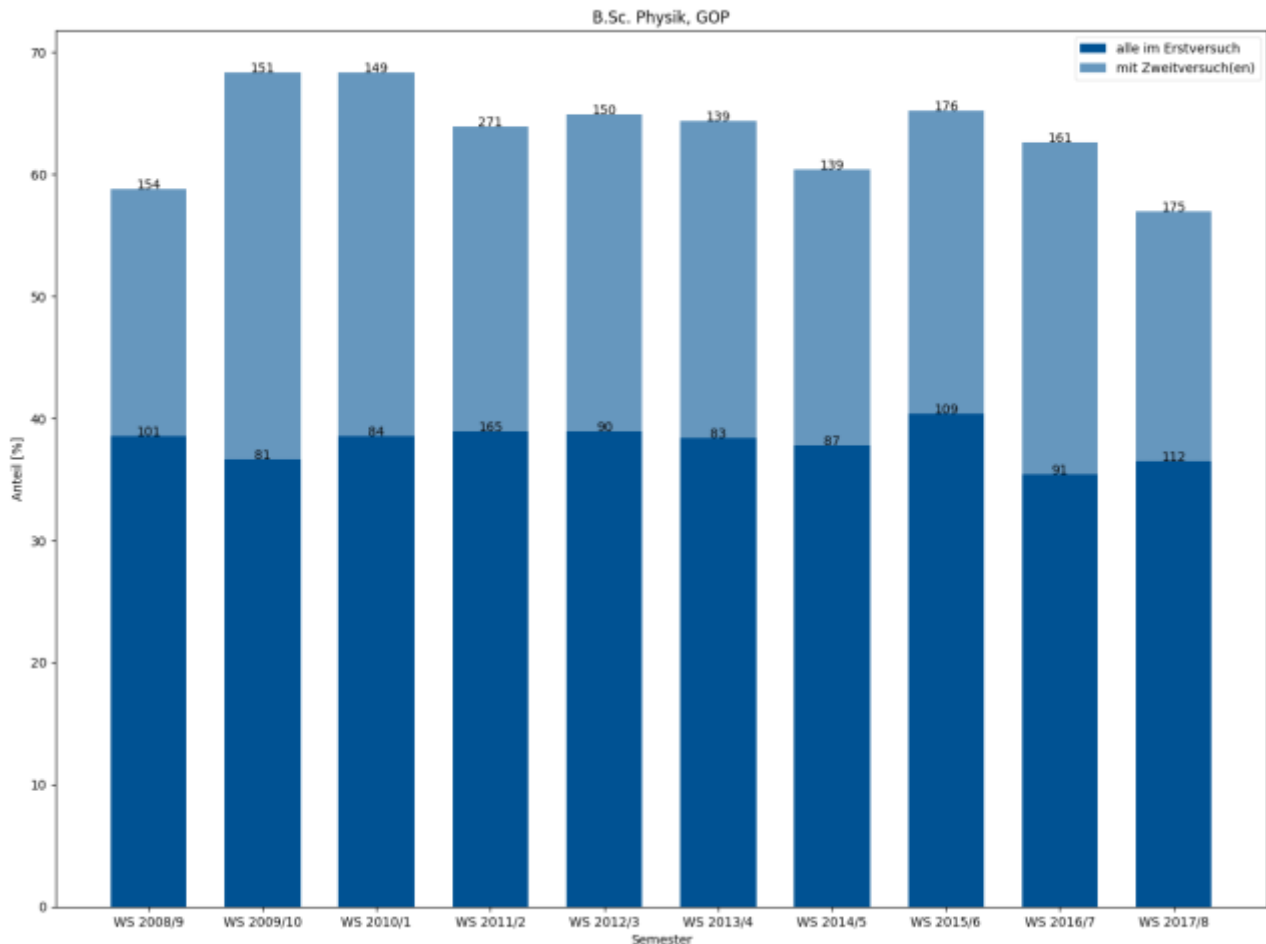


Abbildung 4: Erfolgsquote der Grundlagen- und Orientierungsprüfung (GOP)

Die auf die realen Studierendenzahlen bezogene Erfolgsquote der Grundlagen- und Orientierungsprüfung (GOP), welche im Wesentlichen der Erfolgsquote für das gesamte Bachelorstudium entspricht, liegt relativ konstant bei 63% (Abbildung 4: Erfolgsquote der Grundlagen- und Orientierungsprüfung (GOP)). Die Erfolgsquote unter den Studierenden, die zusätzlich an den während des Semesters angebotenen freiwilligen Probeklausuren teilgenommen haben und somit nachweislich das Studium aktiv verfolgt haben, liegt nochmals höher bei ca. 80%.

Das Phänomen der "Parkstudierenden" im Studienfach Physik existiert deutschlandweit. Die jährliche statistische Erhebung der Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP), welche seit 2013 ergänzend explizit zu diesem Thema Daten erhebt, bestätigt die obigen Beobachtungen. Die aktuelle Erhebung<sup>1</sup> zeigt, dass 44% der deutschlandweit im Wintersemester 2018/9 neu immatrikulierten im ersten Semester zu keinem Leistungsnachweis angetreten sind. Die Zahlen der KFP bestätigen, dass die scheinbar notorisch hohen Studienabbruch-Quoten in der Physik neu interpretiert werden müssen.

<sup>1</sup> Georg Düchs und Klaus Mecke: *Vielfalt statt Einfalt* in Physik Journal 18 (2019) Nr. 8/9 S. 26–31

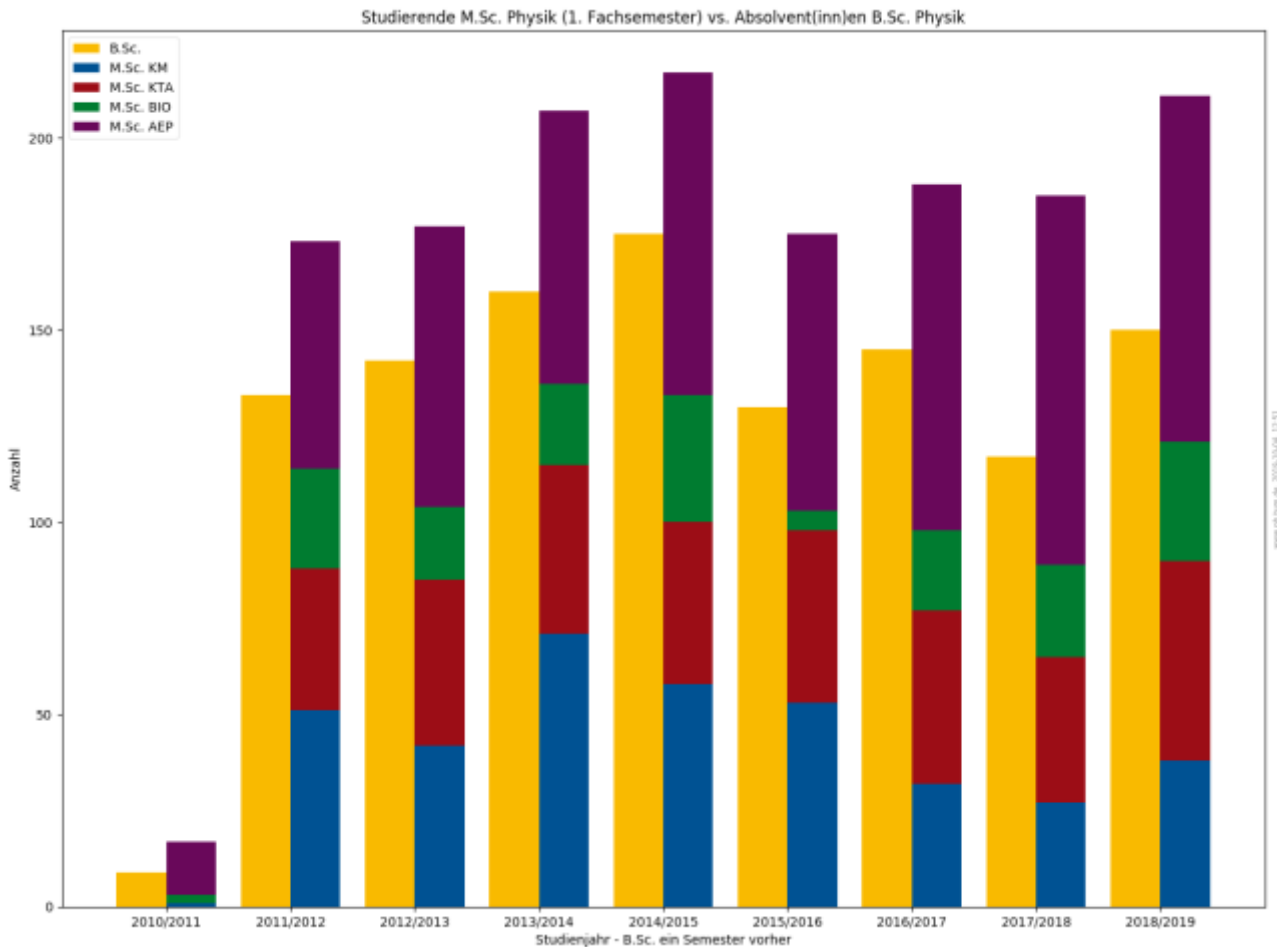


Abbildung 5: Gegenüberstellung der Anfängerzahlen in den Masterstudiengängen Physik nach Studienjahren und der Absolventenzahlen im Bachelorstudiengang jeweils ein Semester vorher.

An der Schnittstelle Bachelor-Master kommt es durch externe Zugänge nochmals zu einem jährlichen Zuwachs der Studierendenzahlen von durchschnittlich 33%. Dies ist erkennbar in Abbildung 5: Gegenüberstellung der Anfängerzahlen in den Masterstudiengängen Physik nach Studienjahren und der Absolventenzahlen im Bachelorstudiengang jeweils ein Semester vorher. Dabei ist die durch den doppelten Abiturjahrgang 2011 bedingte Überhöhung im und im Vorfeld des Studienjahrs 2014/5 zu berücksichtigen. Der scheinbare Rückgang der Absolventenzahlen im Studienjahr 2017/8 dürfte auf eine verstärkte Nutzung des gleitenden Übergangs vom Bachelor zum Master durch die Studierenden zurückzuführen sein.

Die Zielzahl der Bachelorstudierenden an der Fakultät für Physik an der TUM liegt daher bei 250 bis 300 Studierenden pro Kohorte.

## 4 Bedarfsanalyse

Absolventinnen und Absolventen der Physik werden von der Wirtschaft stark nachgefragt. Rund die Hälfte der Physikerinnen und Physiker tritt mit dem Mastergrad, die andere nach der Promotion in den Arbeitsmarkt ein. Aufgrund der Bologna-Reformen ist das Physikstudium in zwei aufeinanderfolgende Abschnitte gegliedert, Bachelor und Master. Der mittlerweile etablierte Bachelorgrad ist wissenschaftsorientiert und vermittelt eine breite Allgemeinbildung in Physik. Er befähigt zum Eintritt in Masterstudiengänge der Physik und verwandter Disziplinen.

Im Masterstudiengang erwerben die Studierenden zusätzliche Qualifikationen. Das Masterstudium umfasst eine Spezialausbildung in Teilfächern der Physik und befähigt die Absolventinnen und Absolventen zu selbständigem wissenschaftlichen Arbeiten. Dadurch sind die Masterabsolventinnen und -absolventen für die Wirtschaft höchst attraktiv, können aber auch durch eine anschließende Promotion ihre Fähigkeiten zur selbständigen wissenschaftlichen Bearbeitung eines komplexen Forschungsprojekts vertiefen.

Im März 2011 hat der Arbeitskreis Industrie und Wirtschaft der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) eine Umfrage in typischen, Physiker beschäftigenden Unternehmen durchgeführt<sup>2</sup>, um herauszufinden, wie Bachelorabsolventinnen und -absolventen nachgefragt und eingesetzt werden. Dabei wurde deutlich, dass im internationalen Vergleich in Deutschland wenig Bedarf für Physik-Bachelorabsolventinnen und -absolventen in der Wirtschaft gesehen wird. Diese Einschätzung wird mit dem ausgezeichneten System der beruflichen Ausbildung in Deutschland begründet, das dem Arbeitsmarkt hervorragend ausgebildete Technikerinnen und Laborantinnen bereitstellt.

Im Rahmen des dreijährigen Bachelorstudiums der Physik an Universitäten ist es nicht realistisch, gleichzeitig eine breite wissenschaftliche Grundlage und eine für die Industrie attraktive, praxisorientierte Ausrichtung zu schaffen. Die Praxisorientierung wird erst mit dem Master erreicht, der von der Industrie exzellent angenommen wird. Das Ziel des Bachelorstudiums der Physik ist derzeit also, die Voraussetzungen für die Aufnahme eines Masterstudiums zu schaffen, dessen Absolventinnen und Absolventen von der Wirtschaft sehr stark nachgefragt werden. Folglich hängt die Bedarfsbetrachtung für den Bachelorstudiengang Physik eng mit der beruflichen Perspektive des Masterabschlusses in Physik zusammen.

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.

---

<sup>2</sup> Lutz Schröter: *Der Bachelorabschluss in Physik in der Wirtschaft: Ergebnisse einer Umfrage*; Deutsche Physikalische Gesellschaft e.V.; Bad Honnef, März 2011; [https://www.dpg-physik.de/veroeffentlichungen/publikationen/studien-der-dpg/pix-studien/studien/bachelorstudie\\_2011.pdf](https://www.dpg-physik.de/veroeffentlichungen/publikationen/studien-der-dpg/pix-studien/studien/bachelorstudie_2011.pdf)

Geschätzte Berufseigenschaft der Physikerinnen und Physiker 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-Absolventinnen und -Absolventen auch in Berufsfeldern, die sonst ausschließlich den Ingenieurinnen und Ingenieuren vorbehalten sind, und in fachlich weiter abgelegenen Bereichen wie beispielsweise in der Unternehmensberatung und im Versicherungswesen gesucht.

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 Physikerinnen und Physiker 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 existierender Standards heranrücken. Deshalb sind Physikerinnen und Physiker besonders dort gefragt, wo es in Frontbereichen um Fragestellungen geht, die einer auch noch so fortgeschrittenen ingenieurmäßigen Behandlung noch nicht zugänglich sind.

Der Arbeitsmarktstudie der DPG aus dem Jahr 2016<sup>3</sup> 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 Physikerinnen und Physiker weiterhin positiv entwickeln wird. Die aktuell starke Nachfrage nach Physikerinnen und Physikern im industriellen Umfeld wird sich durch den allseits zitierten Fachkräftemangel sicher nicht abschwächen, so dass aus heutiger Sicht die mittelfristigen Aussichten für Physikerinnen und Physiker sehr gut sind.

---

<sup>3</sup> Oliver Koppel: *Physikerinnen und Physiker im Beruf: Anschlussstudie für die Jahre 2005 bis 2013*; Institut der deutschen Wirtschaft im Auftrag der Deutschen Physikalischen Gesellschaft e.V.; Köln, Juni 2016; [https://www.dpg-physik.de/veroeffentlichungen/publikationen/studien-der-dpg-pix-studien/arbeitsmarktstudie\\_2016.pdf](https://www.dpg-physik.de/veroeffentlichungen/publikationen/studien-der-dpg-pix-studien/arbeitsmarktstudie_2016.pdf)

## 5 Wettbewerbsanalyse

### 5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Wie bereits im ersten Abschnitt ausgeführt, wurden in der Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP) bereits im Mai 2005 Empfehlungen zu den Inhalten und vermittelten Kompetenzen in Physik-Bachelor- und Masterstudiengängen entwickelt. Die in der KFP zusammengeschlossenen Physik-Fachbereiche von Universitäten und Technischen Universitäten tauschen sich über Entwicklungen in Studium und Lehre aus und passen die Empfehlungen bei Bedarf nach gründlicher Diskussion an. Erklärtes Ziel ist, wie bis dato bereits über viele Jahre hinweg praktiziert, die Standards beim Physikstudium zu koordinieren, um bundesweit eine qualitative Vergleichbarkeit der Abschlüsse zu gewährleisten.

Eine von der KFP im Juni 2007 durchgeführte detaillierte Umfrage in den etwa 60 deutschen Physikfachbereichen zum Fortgang der Umstellung und der Organisation der neuen Studiengänge hat ergeben, dass die Fachbereiche diese Empfehlungen bei der Umsetzung der Bologna-Reform im Wesentlichen berücksichtigt haben. Konkret für den Bachelorstudiengang, bedeutet dies eine hohe inhaltliche und strukturelle Kongruenz über alle 60 deutschen Fachbereiche. Neben einer weitgehend definierten und fundierten mathematischen Ausbildung, sind die wesentlichen Teilgebiete der Physik - Mechanik, Elektrodynamik und Optik, Thermodynamik und Statistik, Atom- und Molekülphysik, Physik der kondensierten Materie, Kern- und Elementarteilchenphysik sowie Quantenmechanik in Modulen der Theoretischen Physik und Experimentalphysik in den allermeisten Bachelorstudiengängen abgedeckt. Deutliche Abweichungen finden sich lediglich für die Kern- und Elementarteilchenphysik, die nicht an allen Standorten im erforderlichen Umfang vertreten ist. An der TUM erlangen die Studierenden im Rahmen der „fortgeschrittenen Experimentalphysik“ bereits die geforderten Kompetenzen in diesem Teilgebiet und können sich während der „physikalischen Vertiefung“ weitere Kompetenzen in diesem Bereich wahlweise aneignen.

In der KFP-Umfrage wird abschließend konstatiert: "Der Vergleich der Bachelorstudiengänge lässt den Schluss zu, dass es auch zukünftig innerhalb Deutschlands vergleichbar aufgebaute Physikstudiengänge geben wird, von denen ein ähnlicher Kenntnis- und Leistungsstand der Absolventen zu erwarten ist".<sup>4</sup> Diese Einschätzung wird durch die Erfahrung mit Studienanfängern in den Physik-Masterstudiengängen bestätigt, die den Bachelorabschluss an einem anderen deutschen Physik-Fachbereich erworben haben. Die Zulassung, die das Kompetenzprofil des Bachelorstudiengangs Physik der TUM zu Grunde legt, ist immer möglich – nur in einzelnen Ausnahmen sind Auflagen in geringem Umfang erforderlich, um leichte Abweichungen in der Gestaltung der Bachelor-Studiengänge an Fachbereichen anderer (Technischer) Universitäten auszugleichen.

---

<sup>4</sup> Gerd Ulrich Nienhaus: *Physikstudium im Wandel* in Physik Journal 6 (2007) Nr. 8/9 S. 29-31; [https://www.kfp-physik.de/statistik/physikstudium\\_2007.pdf](https://www.kfp-physik.de/statistik/physikstudium_2007.pdf)



Die inhaltliche Vergleichbarkeit der Bachelorstudiengänge im Fach Physik lässt sich auch auf die internationale Ebene übertragen, da die Forderung nach einer breit angelegten Grundlagen- ausbildung im Bachelorstudiengang im Fach Physik immanent ist. Sie findet in der Praxis vielfache Bestätigung bei der Sichtung der Studienunterlagen internationaler Bewerber, sei es bei der Zulassung zum Masterstudium oder zur Promotion.

Demzufolge sind inhaltliche Wettbewerbskriterien zwischen den Studiengängen diverser Standorte nur schwer auszumachen, wobei ohnehin festzuhalten ist, dass innerhalb der Physikfachbereiche die Lehre betreffend ein stark kooperativer und kein kompetitiver Geist herrscht. Dennoch spiegelt sich im Studium trotz genereller struktureller Vorgabe des Curriculums das Forschungsprofil des spezifischen Fachbereiches wider - Forschung und Studium gehen eine enge Symbiose ein. Bei der Frage des Wettbewerbs steht daher weniger das Profil des einzelnen Studienganges als vielmehr die Positionierung der jeweiligen Forschung am Standort im Vordergrund. Die diesbe- zügliche hohe Reputation der TUM-Physik ist unbestritten und kommt in zahlreichen Spitzen- platzierungen in diversen Rankings zum Ausdruck. Das außerordentlich breite Angebot physi- kalischer Forschung am Campus Garching ermöglicht es den Studierenden, in zahlreichen Arbeits- gruppen und Institutionen nahezu alle Teilbereiche der modernen Physik zu bearbeiten. Dieses Umfeld bietet den optimalen Nährboden für qualitativ hochwertige Studiengänge. Die Studierenden- und somit Absolventenzahlen zählen zu den höchsten in Deutschland. So belegt die TUM im Studienjahr 2018/9 bei den Bachelorabsolvent(inn)en im Fach Physik in Deutschland Platz drei und Platz zwei bei den Masterabsolvent(inn)en.<sup>5</sup> Dies bestätigt die außerordentlich hohe Akzeptanz des Studienangebots am Physik-Department der TUM eindrucksvoll.

## 5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

Der Bachelorstudiengang Physik bildet die Basis des grundständigen Studienangebotes der Fakultät für Physik. Überschneidungen zu anderen Studiengängen der TUM sind ausgeschlossen.

Studierende für das Lehramt an Gymnasien (Bachelorstudiengang Naturwissenschaftliche Bildung der TUM School of Education) mit der Fächerkombination Mathematik/Physik erwerben eine min- destens gleichwertige Mathematik-Grundausbildung und eine mit den ersten Semestern gleichwer- tige physikalische Grundausbildung, teilweise in den gleichen Modulen. Engagierte Lehramtsstu- dierenden ist es daher möglich, mit wenigen zusätzlichen Semestern beide Abschlüsse zu erwer- ben. Die Fakultät für Physik ist in Zusammenarbeit mit der TUM School of Education bestrebt, die Durchlässigkeit auch in der anderen Richtung zu verbessern. Dieser Austausch ist für beide Fakultäten bereichernd.

Neben vielen anderen individuellen Schwerpunktsetzungen ist ein möglicher Endpunkt eines Physikstudiums der Bereich der mathematischen Physik, der grundsätzlich auch über ein Mathe- matikstudium erreicht werden kann, was sich auch in dem gemeinsam zwischen jeweils Physik und Mathematik an LMU und TUM angesiedelten Elite-Masterstudiengang Theoretische und Mathematische Physik äußert. Trotz vergleichbarem Forschungsfeld sind aber die beiden Ausbil- dungspfade wesentlich unterschiedlich und komplementär zueinander, so dass sie sich ergänzen

---

<sup>5</sup> Georg Düchs und Klaus Mecke: *Vielfalt statt Einfall* in Physik-Journal 18 (2019) Nr. 8/9 S. 26–31

und befruchten. Auf Grund dieser erheblichen Unterschiede wäre ein Doppelstudium Mathematik und Physik mit so großem Zusatzaufwand verbunden, dass es nicht empfehlenswert erscheint. Vielmehr wird engagierten Studierenden stattdessen empfohlen, die solide mathematische Grundausbildung durch extracurriculare Module geeignet zu ergänzen. Entsprechende Modulempfehlungen werden von der Fachstudienberatung in Abstimmung mit der Fakultät für Mathematik herausgegeben.

## 6 Aufbau des Studiengangs

	Semester	Module				Semester-Workload
Grundlagenstudium	1.	Experimentalphysik 1	Mathematik für Physiker 1	Mathematik für Physiker 2	Anfängerpraktikum 1	30 CP
	2.	Experimentalphysik 2	Theoretische Physik 1	Mathematik für Physiker 3	Anfängerpraktikum 2	30 CP
	3.	Experimentalphysik 3	Theoretische Physik 2	Mathematik für Physiker 4	technische Grundlagen	29 CP
	4.	Experimentalphysik 4	Theoretische Physik 3	Chemie für Physiker	Anfängerpraktikum 3	allg.-bild. Fächer
Vertiefungsstudium	5.	fortgeschrittene Experimentalphysik	Theoretische Physik 4	Ergänzung		30 CP
	6.	Bachelorarbeit	Kolloquium	Vertiefung	fachspezifische Schlüsselqualifikationen	30 CP

Abbildung 6: Gesamtübersicht über den Studienplan des Bachelorstudiengangs Physik.

Die Inhalte und zu vermittelnden Kompetenzen in einem Bachelorstudiengang Physik folgen vergleichsweise zwingend aus der Universalität der Naturwissenschaft Physik, dem Ziel, eine umfassende breite Basisausbildung zu vermitteln, und der Notwendigkeit die hierzu nötigen Kompetenzen einer gewissen Chronologie folgend darzubieten. Ein übergeordneter Zusammenhang ergibt sich bei dem sechssemestrigen Bachelorstudiengang Physik der TUM bereits aus der Unterteilung des Studiums in ein Grundlagenstudium (120 Credits Points) in den ersten vier Semestern und in ein Vertiefungsstudium (60 Credits Points) in den Semestern fünf und sechs, siehe Abbildung 6: Gesamtübersicht über den Studienplan des Bachelorstudiengangs Physik.

Der Bachelorstudiengang Physik an der TUM erfüllt mit diesem Studienplan die Empfehlungen der Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP)<sup>6</sup>, so dass Absolventinnen und Absolventen an jedem deutschen Physikfachbereich für das Masterstudium zugelassen werden können.

Der Studiengang ist zulassungsfrei studierbar, jedoch müssen sich die Studierenden im ersten Studienjahr einer strengen Grundlagen- und Orientierungsprüfung (GOP) unterziehen. Die jeweils drei Prüfungsleistungen der ersten beiden Semester müssen nach maximal zwei Prüfungsversuchen bestanden sein. Die Prüfungen erfolgen im üblichen studienbegleitenden Verfahren: in den drei Wochen unmittelbar nach der Vorlesungszeit finden die ersten Prüfungsversuche statt, die Wiederholungsversuche bei Nicht-Bestehen finden am Ende der vorlesungsfreien Zeit, in den zwei bis drei Wochen vor der Vorlesungszeit des Folgesemesters statt. Für die Module der GOP besteht Meldefiktion, so dass Nicht-Erscheinen zu einem Prüfungsversuch als „nicht bestanden“ gewertet wird. Für beide Prüfungsteile der GOP gilt eine Rettungsversuchsregelung: Kandidatinnen und Kandidaten, die nach der Absolvierung der Wiederholungsversuche eines GOP-Teils in genau einer der drei Modulprüfung durchgefallen sind, können zeitnah nach Bekanntgabe des Prüfungsergebnisses bei den zuständigen Prüfenden eine Nachprüfung ablegen, um im Erfolgsfall das Modul doch noch zu bestehen.

Unabhängig von der späteren individuellen Vertiefung ist das Grundlagenstudium für alle Studierenden bis auf die Wahlmodule aus den Bereichen "Allgemeinbildende Fächer" mit 3 Credit Points und "technische Grundlagen" mit 5 Credit Points inhaltlich gleich. Daher ist das Grundlagenstudium aufgeteilt in Pflichtmodule im Umfang von insgesamt 112 Credit Points und insgesamt 8 Credit Points an Wahlmodulen aus den genannten Bereichen.

---

<sup>6</sup> Ulrich Nienhaus: Empfehlungen der Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP) zu Bachelor- und Master-Studiengängen in Physik; 18. Mai 2005; [https://www.kfp-physik.de/dokument/Empfehlungen\\_Ba\\_Ma\\_Studium.pdf](https://www.kfp-physik.de/dokument/Empfehlungen_Ba_Ma_Studium.pdf)

Semester	Module				Semester-Workload (Prüfungen)	
Grundlagenstudium	1.	<b>Experimentalphysik 1</b> (Pflicht) <i>schriftlich, GOP</i> 9 CP	<b>Mathematik für Physiker 1</b> (Pflicht) <i>schriftlich, GOP</i> 8 CP	<b>Mathematik für Physiker 2</b> (Pflicht) <i>schriftlich, GOP</i> 8 CP	<b>Anfängerpraktikum 1</b> (Pflicht) <i>Laborleistung</i> 5 CP	30 CP (3 PL, 1 SL)
	2.	<b>Experimentalphysik 2</b> (Pflicht) <i>schriftlich, GOP</i> 9 CP	<b>Theoretische Physik 1</b> (Pflicht) <i>schriftlich, GOP</i> 8 CP	<b>Mathematik für Physiker 3</b> (Pflicht) <i>schriftlich, GOP</i> 8 CP	<b>Anfängerpraktikum 2</b> (Pflicht) <i>Laborleistung</i> 5 CP	30 CP (3 PL, 1 SL)
	3.	<b>Experimentalphysik 3</b> (Pflicht) <i>schriftlich</i> 8 CP	<b>Theoretische Physik 2</b> (Pflicht) <i>schriftlich</i> 8 CP	<b>Mathematik für Physiker 4</b> (Pflicht) <i>schriftlich</i> 8 CP	<b>Wissensch. Programmierung</b> (Wahl) <i>schriftlich</i> 5 CP	29 CP (3 PL, 1 SL)
	4.	<b>Experimentalphysik 4</b> (Pflicht) <i>schriftlich</i> 8 CP	<b>Theoretische Physik 3</b> (Pflicht) <i>schriftlich</i> 9 CP	<b>Chemie für Physiker</b> (Pflicht) <i>schriftlich</i> 6 CP	<b>Anfängerpraktikum 3</b> (Pflicht) <i>Laborleistung</i> 5 CP	<b>Writing Scient. Papers</b> (Wahl) 3 CP

Abbildung 7: Studienplan des Grundlagenstudiums mit beispielhaften Wahlmodulen und Prüfungs- (PL) und Studienleistungen (SL).

In dem Grundlagenstudium besuchen alle Studierenden dieselben elementaren Module, siehe Abbildung 7: Studienplan des Grundlagenstudiums mit beispielhaften Wahlmodulen und Prüfungs- (PL) und Studienleistungen (SL). Eine umfangreiche Ausbildung in Mathematik mit einem Modul Lineare Algebra und einer dreisemestrigen Modulserie zur Analysis wird von der Fakultät für Mathematik spezifisch für die Studierenden der Physik angeboten. Zum Grundkanon der Experimentalphysik gehören Mechanik, Elektrizitätslehre, Optik, Wärmelehre, Atom- und Molekülphysik. In die Experimentalphysikmodule des ersten Studienjahrs sind Mathematische Ergänzungen integriert, welche einerseits dazu dienen, Rechentechniken aufzufrischen und aus der späteren Mathematikausbildung vorzugreifen, und andererseits die Verknüpfung der mathematischen Grundausbildung mit der physikalischen Anwendung verbessern. Die Module der theoretischen Physik umfassen Mechanik, Elektrodynamik und Quantenmechanik. Weiterhin werden drei Anfängerpraktika absolviert, deren Versuche jeweils auf die vorangehenden Experimentalphysik-Module abgestimmt sind. Diese Anfängerpraktika werden jeweils alternativ als Block während der vorlesungsfreien Zeit oder an wöchentlichen Terminen über das Semester angeboten. Der im Studienplan formal dem ersten Fachsemester zugeordnete Teil 1 wird als Blockpraktikum frühestens in der vorlesungsfreien Zeit im Anschluss an das erste Fachsemester angeboten.

In den physikalischen Modulen des Grundstudiums werden die Inhalte in Vorlesungen präsentiert und in der Experimentalphysik durch im Hörsaal vorgeführte Demonstrationsexperimente veranschaulicht. Die praktische Erfahrung mit den Inhalten und Methoden erwerben die Studierenden in

Kleingruppen-Übungen. Bei dem ergänzenden Studium in Lerngruppen werden sie jeweils in offenen Tutorien von wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern angeleitet und von studentischen Hilfskräften begleitet, wodurch aufkommende Fragen zu den Übungsaufgaben und dem Stoff der Vorlesung beantworten können.

Grundkenntnisse in der Chemie (analytische und anorganische Chemie) zählen unbestritten zu den Schlüsselqualifikationen einer modernen Physikausbildung, was auch in den Empfehlungen der KFP zum Ausdruck kommt. Die diesbezüglich ausgezeichneten Ressourcen an der Nachbarfakultät erlauben ein exklusiv für die Physik angebotenes Modul. Dies sichert einerseits die bestmögliche Fachkompetenz und eröffnet andererseits eine spezifisch auf die Bedürfnisse der Physikstudierenden zugeschnittene Stoffzusammenstellung. Im vierten Semester können die Studierenden dabei auf die Kompetenzen in der Quantenphysik aus der Experimentalphysik 3 als Grundlagen zurückgreifen.

Im Rahmen des Wahlkatalogs technische Grundlagen, der vom Prüfungsausschuss jährlich aktualisiert wird, erwerben die Studierenden grundlegende Kompetenzen im technischen Bereich für die spätere Umsetzung von physikalischen Forschungsaufgaben in Praktika, Bachelorarbeit und weiterer Tätigkeit. Hierbei wird insbesondere auf die vor Ort vorhandene Fachkompetenz in der Fakultät für Informatik mit einer Einführung in die wissenschaftliche Programmierung zurückgegriffen, welches im Studienplan in Abbildung 7 beispielhaft aufgeführt ist. Studierenden, die bereits Programmierkenntnisse haben oder die einen anderen Fokus legen wollen, werden aber auch Alternativen angeboten, beispielsweise das Modul Einführung in neuronale Netzwerke. Der aktuelle Katalog ist über die Website der Fakultät einsehbar. Im Rahmen der Studienleistung "Allgemeinbildende Fächer" erwerben die Studierenden über das Fachstudium hinausgehende Schlüsselqualifikationen. Der Katalog wird durch den Studiendekan laufend erweitert und enthält neben klassischen "Soft Skills" aus dem Angebot des MCTS/der Carl-von-Linde-Akademie, die Sprachkurse des Sprachenzentrums, geistes- und sozialwissenschaftlichen Module sowie spezifische Angebote, wie das in Abbildung 7 beispielhaft aufgeführte Modul Writing Scientific Papers: English Writing for Physics. Nicht aufgenommen werden Module, wenn bereits vergleichbare Inhalte an anderer Stelle im Curriculum der Physik-Bachelor- oder -Masterstudiengänge enthalten sind (etwa als Pflichtmodul oder im nichtphysikalischen Wahlfach) – insbesondere sind also Module aus den Nachbarwissenschaften (Mathematik, Chemie, Ingenieurwesen, ...) keine allgemeinbildenden Fächer.

Semester	Module				Semester-Workload (Prüfungen)	
Vertiefungsstudium	5.	<b>Kern-, Teilchen- u. Astrophysik 1</b> (Wahl) <i>schriftlich</i> 8 CP	<b>Einführung in KM</b> (Wahl) <i>schriftlich</i> 5 CP	<b>Theoretische Physik 4</b> (Pflicht) <i>mündlich</i> 9 CP	<b>Fortgeschr. Quantenmechanik</b> (Wahl) <i>schriftlich</i> 5 CP	30 CP (4 PL)
	6.	<b>Bachelorarbeit</b> (Abschlussarbeit) <i>wissenschaftliche Ausarbeitung</i> 12 CP	<b>Kolloquium</b> (Pflicht) <i>mündlich</i> 3 CP	<b>Kern-, Teilchen- u. Astrophysik 2</b> (Wahl) <i>mündlich</i> 8 CP	<b>fachspezifische Schlüsselqualifikationen</b> (Pflicht) <i>Laborleistung, Präsentation</i> 10 CP	30 CP (3 PL, 1 SL)

Abbildung 8: Studienplan des Vertiefungsstudiums mit individueller Schwerpunktsetzung in Kern-, Teilchen- und Astrophysik

Semester	Module				Semester-Workload (Prüfungen)	
Vertiefungsstudium	5.	<b>Physik der kondensierten Materie 1</b> (Wahl) <i>schriftlich</i> 8 CP	<b>Einführung in die KTA</b> (Wahl) <i>schriftlich</i> 5 CP	<b>Theoretische Physik 4</b> (Pflicht) <i>mündlich</i> 9 CP	<b>Einführung in die Biophysik</b> (Wahl) <i>schriftlich</i> 5 CP	30 CP (4 PL)
	6.	<b>Bachelorarbeit</b> (Abschlussarbeit) <i>wissenschaftliche Ausarbeitung</i> 12 CP	<b>Kolloquium</b> (Pflicht) <i>mündlich</i> 3 CP	<b>Physik der kondensierten Materie 2</b> (Wahl) <i>mündlich</i> 8 CP	<b>fachspezifische Schlüsselqualifikationen</b> (Pflicht) <i>Laborleistung, Präsentation</i> 10 CP	30 CP (3 PL, 1 SL)

Abbildung 9: Studienplan des Vertiefungsstudiums mit individueller Schwerpunktsetzung in Physik der kondensierten Materie

Semester	Module				Semester-Workload (Prüfungen)	
Vertiefungsstudium	5.	<b>Physik der kondensierten Materie 1</b> (Wahl) <i>schriftlich</i> 8 CP	<b>Einführung in die KTA</b> (Wahl) <i>schriftlich</i> 5 CP	<b>Theoretische Physik 4</b> (Pflicht) <i>mündlich</i> 9 CP	<b>Einführung in die Biophysik</b> (Wahl) <i>schriftlich</i> 5 CP	30 CP (4 PL)
	6.	<b>Bachelorarbeit</b> (Abschlussarbeit) <i>wissenschaftliche Ausarbeitung</i> 12 CP	<b>Kolloquium</b> (Pflicht) <i>mündlich</i> 3 CP	<b>Biophysik</b> (Wahl) <i>mündlich</i> 8 CP	<b>fachspezifische Schlüsselqualifikationen</b> (Pflicht) <i>Laborleistung, Präsentation</i> 10 CP	30 CP (3 PL, 1 SL)

Abbildung 10: Studienplan des Vertiefungsstudiums mit individueller Schwerpunktsetzung in Biophysik

Semester	Module					Semester-Workload (Prüfungen)
Vertiefungsstudium	5.	<b>Physik der kondensierten Materie 1</b> (Wahl) <i>schriftlich</i> 8 CP	<b>Einführung in die KTA</b> (Wahl) <i>schriftlich</i> 5 CP	<b>Theoretische Physik 4</b> (Pflicht) <i>mündlich</i> 9 CP	<b>Einführung in die Biophysik</b> (Wahl) <i>schriftlich</i> 5 CP	30 CP (4 PL)
	6.	<b>Bachelorarbeit</b> (Abschlussarbeit) <i>wissenschaftliche Ausarbeitung</i> 12 CP	<b>Kolloquium</b> (Pflicht) <i>mündlich</i> 3 CP	<b>Materialwissenschaften</b> (Wahl) <i>mündlich</i> 4 CP	<b>Energiewissenschaften</b> (Wahl) <i>mündlich</i> 4 CP	<b>fachspezifische Schlüsselqualifikationen</b> (Pflicht) <i>Laborleistung, Präsentation</i> 10 CP

Abbildung 11: Studienplan des Vertiefungsstudiums mit individueller Schwerpunktsetzung in Applied and Engineering Physics

Das Vertiefungsstudium im fünften und sechsten Semester konzentriert sich auf Module aus der Physik, siehe Abbildung 8 bis Abbildung 11. Das Modul fachspezifische Schlüsselqualifikationen vermittelt über die spezifischen Module aus dem Katalog der allgemeinbildenden Fächer hinausgehend Schlüsselqualifikationen im Rahmen der physikalischen Fachausbildung. Die Studierenden vollziehen den Forschungsprozess in einer experimentellen Wissenschaft in seiner Gänze nach. Um die unterschiedlichen, sich in diesem Prozess ergänzenden Kompetenzen abprüfen zu können, wird das Modul mit zwei Prüfungsleistungen abgeschlossen. Dies beinhaltet die Durchführung und Auswertung von forschungsorientierten Experimenten im Fortgeschrittenenpraktikum, welche als Laborleistung geprüft wird, und die Darstellung von Forschungsergebnissen gegenüber anderen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie die Diskussion der Ergebnisse im Kontext aktueller wissenschaftlicher Veröffentlichungen im Proseminar, die in einer Präsentation geprüft werden. In beiden Komponenten wird eine große Zahl an verschiedenen Versuchen und Seminaren aus den unterschiedlichen Forschungsgruppen angeboten, so dass die Studierenden in diesem Modul die individuelle Vertiefung weiter ausgestalten können.

Für alle Studierenden verpflichtend ist der Abschluss des Grundkanons in theoretischer Physik durch das Modul Statistische Physik und Thermodynamik während des fünften Semesters. Dieses abschließende Kapitel des theoretischen Grundkanons verknüpft die unterschiedlichen Aspekte aus den vorhergehenden Modulen der theoretischen Physik. Um auch dieses konzeptionelle Verständnis der theoretischen Physik optimal prüfen zu können, wird das Modul Theoretische Physik 4 mündlich geprüft. Wegen der zusammenfassenden Bedeutung dieser Prüfung geht die Note mit dem doppelten Gewicht in die Gesamtnote ein.

Im Wahlkatalog "fortgeschrittene Experimentalphysik" mit einem Umfang von 13 CP können die Studierenden den Fokus wahlweise auf die Physik der kondensierten Materie oder auf die Kern-, Teilchen- und Astrophysik legen, wobei das jeweils andere Fachgebiet als Einführungsmodul mit verringertem Umfang belegt werden muss. Besonders interessierten Studierenden steht es dabei frei unter Übererfüllung des Workload-Solls beide Fachgebiete vertieft zu studieren. Die Belegung beider Fachgebiete ermöglicht eine vollumfängliche Ausbildung in der Physik. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Bachelorprüfung sicherzustellen geht der Katalog fortgeschrittene



Experimentalphysik immer mit genau 13 CP in die Credit-Bilanz und die Gesamtnote der Bachelorprüfung ein.

Des Weiteren belegen die Studierenden im fünften Fachsemester ein Modul aus dem Wahlkatalog "physikalisches Ergänzungsfach", um die physikalischen Kompetenzen in den Grundlagen der Biophysik oder einer Vertiefung der theoretischen Quantenmechanik zu ergänzen.

In der ersten Hälfte des sechsten Semesters wählen die Studierenden aus dem Katalog "physikalische Vertiefung" Module im Umfang von mindestens 8 CP, wobei diese wiederum zur Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Bachelorprüfung der Katalog „physikalische Vertiefung“ immer mit genau 8 CP in die Credit-Bilanz und die Gesamtnote der Bachelorprüfung eingehen. Es werden Vertiefungsmodule angeboten, die mit den Forschungsbereichen am Physik-Department beziehungsweise den namensgleichen Physik-Masterstudiengängen korrespondieren:

- Kern-, Teilchen- und Astrophysik (KTA),
- Physik der kondensierten Materie (KM),
- Biophysik (BIO) und
- Energie- und Materialwissenschaften für die Richtung Applied and Engineering Physics (AEP).

In den Beispielstudienplänen in Abbildung 8 bis Abbildung 11 sind die die wählbaren Module für diese Vertiefungsrichtungen konkretisiert. Diese erste Vertiefung bietet insbesondere eine optimale Vorbereitung auf den gleichnamigen Masterstudiengang. Dennoch ist in allen Fällen unter anderem durch das verpflichtende Angebot grundlegender Module in Kondensierter Materie, Kern-, Teilchen- und Astrophysik und Theorie die Breite der Ausbildung gewährleistet, so dass im Anschluss auch ein Masterstudiengang mit anderer Ausrichtung gewählt werden kann. Bei der Wahl der Module im Vertiefungsstudium erfahren die Studierenden Unterstützung durch ein System aus Mentorinnen und Mentoren. Außerdem können sich die Studierenden während einer informativen Ringvorlesung während des vierten Semesters, in der wöchentlich unterschiedliche physikalische Forschungsgruppen vorgestellt werden, inspirieren. Die Modulwahl durch die Studierenden in den drei Katalogen des Vertiefungsstudiums ist nicht eingeschränkt – jede Wahl führt zu einem Bachelorabschluss in Physik mit der angestrebten vollen Breite der wissenschaftlichen Grundausbildung.

Die abschließende Bachelor's Thesis kann in allen Forschungsgruppen am Physik-Department und in verschiedenen partnerschaftlichen Einrichtungen wie Max-Planck-Instituten am Campus durchgeführt werden, was eine weitere individuelle Vertiefung ermöglicht. Im Rahmen der Bachelor's Thesis zeigen die Studierenden, dass sie in der Lage sind, eine experimentelle oder theoretische Aufgabe im moderaten thematischen Umfang innerhalb der vorgegebenen Bearbeitungszeit von zwölf Wochen zu bewältigen. Die Bearbeitung der Forschungsprojekte erfolgt unter Anleitung weitgehend selbstständig nach bekannten Verfahren und wissenschaftlichen Gesichtspunkten. Zur organisatorischen Unterstützung dient eine Datenbank mit möglichen Themen, die jeweils zum Jahreswechsel aktualisiert wird. Dadurch können Studierende während des fünften Semesters gezielt auf potentielle Themenstellerinnen und Themensteller zugehen, um das Thema für das eigene Bachelorarbeitsprojekt zu finden.

Während der Vorlesungszeit des sechsten Semesters finden neben der Bachelor's Thesis noch weitere Module statt, so dass kein Zeitfenster von zwölf Wochen exklusiv für die Bearbeitung der

Bachelor's Thesis zur Verfügung steht. Die Bearbeitung der Thesis daher über einen längeren Zeitraum in Teilzeit, genauer in Phasen unterschiedlicher Arbeitsintensität, realisiert. Die Studierenden beginnen vorbereitende Arbeiten (Literaturrecherche, Einrichtung des Arbeitsplatzes) für das Forschungsprojekt meist in der vorlesungsfreien Zeit nach den Prüfungen zum fünften Fachsemester, führen das Projekt parallel zu den Vertiefungsvorlesungen und den zugehörigen Prüfungen reduziert weiter und schließen es in der Regel wieder mit voller Aufmerksamkeit in der zweiten Hälfte der Vorlesungszeit bis nach Ende der Vorlesungszeit ab. Von Seiten der Betreuenden sowie der Studierenden wird darauf geachtet, dass der Workload bei dieser Arbeitseinteilung nicht überschritten wird.

Flankierend werden die Module aus dem Wahlkatalog „Vertiefung“ im sechsten Fachsemester "kompakt" gelesen (8+4 Stunden Vorlesung bzw. Übung pro Woche), so dass diese Mitte des Sommersemesters abgeschlossen sind. Die restliche Zeit verbleibt für die intensive Endphase der Bachelor's Thesis. Ergänzend zur Arbeit am Forschungsprojekt für die Bachelorarbeit werden die Studierenden in einem Forschungspraktikum von wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern betreut und mit den grundlegenden experimentellen Techniken und theoretischen Methoden vertraut gemacht.

Nach Abgabe der Bachelor's Thesis erfolgt eine abschließende Verteidigung des Forschungsprojekts im Rahmen des Bachelorkolloquiums. Hierzu finden sich jeweils zwei Themenstellerinnen oder Themensteller mit den eigenen Kandidatinnen und Kandidaten zu einem Seminartermin zusammen. Es ergeben sich Seminartermine mit in der Regel etwa sechs Kandidatinnen und Kandidaten. Im Rahmen dieses Termins werden die Arbeiten in jeweils 30 Minuten vorgestellt, verteidigt und diskutiert.

Bei der Berechnung der Abschlussnote werden alle Prüfungsleistungen (insgesamt 147 CP) gewichtet mit dem Credit Points berücksichtigt. Dabei werden die Theoretische Physik 4 (9 CP), die einen gewissen Überblickscharakter hat, die Prüfungsleistungen aus dem Katalog „physikalische Vertiefung“ (8 CP) sowie Bachelor's Thesis und Bachelorkolloquium (insgesamt 15 CP) doppelt gewichtet. Dadurch wird ein sonst bestehendes Übergewicht des Grundlagenstudiums (Prüfungsleistungen im Umfang von 97 CP) am Anfang des Bachelorstudiums kompensiert.

Die Unterrichtssprache im Bachelorstudiengang Physik ist in der Regel deutsch. Zur Ergänzung werden auch Module in englischer Sprache angeboten, um den Studierenden einen langsamen Einstieg in das Fachenglisch zu ermöglichen.

Da im Bachelorstudiengang Physik zum absoluten Großteil Grundlagen vermittelt werden, ergibt sich ein vergleichsweise fester Studienplan mit einer ersten Vertiefung im letzten Studienjahr. Eine wirkliche Spezialisierung ist aber erst in einem anschließenden Masterstudium vorgesehen. Die höhere Flexibilität im Studienplan der Physik-Masterstudiengänge begünstigt auch die Verwirklichung von Auslandsprojekten in diesem Studienabschnitt. Nahezu alle Studierenden in der Physik streben einen anschließenden Masterabschluss an. Auch erfordern Auslandsprojekte in der Regel einen Vorlauf von etwa einem Jahr, weshalb die meisten Studierenden einen Auslandsaufenthalt unmittelbar nach dem Bachelorabschluss beabsichtigen – also im ersten Studienjahr des Masterstudiums. Die Vorbereitungen hierzu erfolgen meist noch vollständig während des Bachelorstudiums. Nur etwa 10% der "Outgoings" realisieren ihren Auslandsaufenthalt bereits während des Bachelorstudiums. Das hierbei günstigste Mobilitätsfenster ist dabei das fünfte Fachsemester. Einerseits ist dies spät genug im Studium, um die organisatorischen Vorlaufzeit zu

sichern, andererseits bietet der flexiblere Studienplan während des Vertiefungsstudiums mehr Möglichkeiten ein passendes Modulangebot an der Gastuniversität zu finden, welches eine Anerkennung erlaubt. Die Studierenden werden diesbezüglich durch die Fachreferentin für Internationalisierung der Fakultät bereits in der Vorbereitungsphase intensiv beraten. Falls an der Gastuniversität nicht alle Inhalte aus dem Katalog „fortgeschrittene Experimentalphysik“ angeboten werden, weil etwa die Forschungsschwerpunkte anders gesetzt sind, eröffnen sich durch die zusätzlich im Sommersemester angebotenen Lehrveranstaltungen und Prüfungen in englischer Sprache weitere Optionen, um den Auslandsaufenthalt zu realisieren und dennoch das Bachelorstudium in Regelstudienzeit abzuschließen, indem einzelne Module ins sechste Semester verschoben werden.

## 7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Die folgenden Administrativen Tätigkeiten werden durchgeführt von:

- Allgemeine Studienberatung: Studierenden Service Zentrum (SSZ),  
Abteilung Studienberatung und Schulprogramme  
E-Mailadresse: studium@tum.de  
Telefonnummer: +49 (0)89 289 22245  
bietet Informationen und Beratung für:  
Studieninteressierte und Studierende  
(über Hotline/Service Desk)
- Fachstudienberatung: Schriftführer des Prüfungsausschusses,  
Dr. Karl Dressler  
E-Mail-Adresse: dressler@tum.de  
Telefonnummer: +49 (0)89 289 18465
- Studien- und Prüfungssekretariat: Team Studienorganisation und -beratung  
Webseite: <https://www.ph.tum.de/studiendekan>  
E-Mailadresse: studium@ph.tum.de
- Beratung Auslandsaufenthalt/Internationalisierung:  
zentral: TUM International Center,  
internationalcenter@tum.de  
dezentral: Fachreferentin für Internationales,  
Dr. Maria Eckholt,  
E-Mailadresse: international@ph.tum.de
- Frauenbeauftragte: Prof. Elisa Resconi,  
E-Mailadresse: frauenbeauftragte@ph.tum.de
- Beratung barrierefreies Studium: zentral: SSZ, Servicestelle für behinderte und  
chronisch kranke Studierende und  
Studieninteressierte,  
E-Mailadresse: Handicap@zv.tum.de  
Telefonnummer: +49 (0)89 289 22737  
dezentral: Dr. Karl Dressler  
E-Mail-Adresse: dressler@tum.de  
Telefonnummer: +49 (0)89 289 18465
- Bewerbung und Immatrikulation: SSZ, Abteilung Bewerbung und Immatrikulation  
E-Mailadresse: studium@tum.de  
Telefonnummer: +49 (0)89 289 22245  
Bewerbung, Immatrikulation,  
Student Card, Beurlaubung,  
Rückmeldung, Exmatrikulation

- Beiträge und Stipendien: SSZ, Abteilung Beiträge und Stipendien  
E-Mailadresse: [beitragsmanagement@zv.tum.de](mailto:beitragsmanagement@zv.tum.de)  
Stipendien und Semesterbeiträge
- Zentrale Prüfungsangelegenheiten: SSZ, Abteilung Zentrale  
Prüfungsangelegenheiten, Campus Garching  
Abschlussdokumente, Prüfungsbescheide,  
Studienabschlussbescheinigungen
- Dezentrale Prüfungsangelegenheiten:  
Team Studienorganisation und -beratung  
Webseite: <https://www.ph.tum.de/studiendekan>  
E-Mailadresse: [studium@ph.tum.de](mailto:studium@ph.tum.de)
- Prüfungsausschuss: Prof. Friedrich Simmel (Vorsitzender)  
Dr. Karl Dressler (Schriftführer)
- Qualitätsmanagement Studium und Lehre:  
zentral: Hochschulreferat Studium und Lehre,  
[www.lehren.tum.de/startseite/team-hrsl/](http://www.lehren.tum.de/startseite/team-hrsl/)  
dezentral: Studiendekan,  
Prof. Reinhard Kienberger  
E-Mailadresse: [studiendekan@ph.tum.de](mailto:studiendekan@ph.tum.de),  
Referent des Studiendekans,  
Dr. Philipp Höffer v. Loewenfeld  
E-Mailadresse: [refstud@ph.tum.de](mailto:refstud@ph.tum.de)

## 8 Entwicklungen im Studiengang

Seit Einrichtung des Bachelorstudiengangs Physik wurden immer wieder Anpassungen an den Studieninhalten und Optimierungen einzelner Module vorgenommen. So wurde die mathematische Grundausbildung optimiert, indem einerseits die Inhalte der Mathematikmodule besser an die Bedürfnisse Physikstudierender angepasst wurden und andererseits die mathematischen Ergänzungen aus den Experimentalphysikmodulen durch explizite Berücksichtigung in der Modulprüfung aufgewertet wurden. Außerdem wurden die Inhalte der Experimentalphysikmodule und der Praktika besser aufeinander abgestimmt. Eine strukturelle Veränderung erwies sich dabei aber nicht als notwendig.

Mit der Reform des Studiengangs 2019 werden zwei strukturelle Veränderungen vorgenommen. Erstens erfolgt eine Erweiterung der Nebenfachausbildung, indem das bisherige Pflichtmodul „Einführung in die wissenschaftliche Programmierung“ durch einen breiteren Wahlkatalog „technische Grundlagen“ ersetzt wird, wobei das bisherige Modul als Element des Katalogs weiter ein wichtiger Bestandteil bleibt. Dadurch wird Studierenden, die beispielsweise bereits Programmiererfahrung haben oder die einen anderen Fokus setzen wollen, die Möglichkeit gegeben, aus einem breiteren Angebot zu wählen. Ziel ist es, dass unterschiedliche Grundkompetenzen beispielsweise aus den Bereichen Informatik und Messtechnik für die spätere Umsetzung von physikalischen Forschungsaufgaben in Praktika, Bachelorarbeit und weiterer Tätigkeit vermittelt werden.

Zweitens wird durch eine Umstrukturierung des Vertiefungsstudiums im dritten Studienjahr erreicht, dass der Forschungsbereich Biophysik, der bisher innerhalb des gleichnamigen Schwerpunkts und damit nur für einen Bruchteil der Studierenden im Bachelorstudiengang explizit in Erscheinung trat, mit einem einführenden Modul für alle Studierenden vertreten ist. Zudem wird den Studierenden ermöglicht sich auch bereits im Bachelor in der Theorie zu spezialisieren.

Die Umstrukturierung des Vertiefungsstudiums wird genutzt, um die vorgegebenen Schwerpunkte durch flexiblere Wahlkataloge zu ersetzen, die eine stärkere Individualisierung des Studiums ermöglichen ohne die Ausbildung in der ganzen Breite der Physik und damit die Polyvalenz des Bachelorabschlusses einzubüßen. Die neuen Wahlkataloge „physikalische Ergänzung“ und „physikalische Vertiefung“ können zukünftig durch den Prüfungsausschuss erweitert werden, um auf aktuelle Entwicklungen zu reagieren und neue Forschungsthemen bereits in die Bachelorausbildung einfließen zu lassen.