

## **Konzept für die Einrichtung eines gestuften Bachelor-Master-Studienganges im Fach Physik**

### **1. Vorbemerkungen**

Am Institut für Physik wurde seit 1998 zunächst eine umfassende Modularisierung des Diplomstudiengangs diskutiert. Vor dem Hintergrund, dass bundesweit die Einführung von gestuften Bachelor-Master-Studiengängen mittlerweile voranschreitet und einige der schwerwiegendsten Bedenken im Zusammenhang mit der Einführung der gestuften Studiengänge in Verhandlungen mit der Kultusministerkonferenz und anderen zuständigen Gremien ausgeräumt werden konnten, hat sich das Institut für Physik entschlossen, statt der Modularisierung des bestehenden Diplomstudiengangs den Schritt zur Einführung des gestuften Bachelor-Master-Studiengangs zu tun. Auf diese Art und Weise kann die ohnehin als notwendig erachtete und geplante Neustrukturierung des Physikstudiums mit der Einführung der neuen Studiengänge, die nach einem bundesweiten Konsens bis zum Jahre 2010 abgeschlossen sein soll, verknüpft werden.

Bei dieser Entscheidung geht das Institut davon aus, dass sich der Bachelor-zusammen mit dem entsprechenden Masterstudiengang inhaltlich nicht weit vom Diplomstudiengang Physik entfernen darf, zumal sich dessen Ausbildungskonzept über Jahrzehnte bewährt hat. Nach wie vor kann man davon ausgehen, dass Physiker und Physikerinnen über Forschung, technische und technologische Anwendungen hinaus praktisch in allen Bereichen der Wirtschaft und in vielen Berufsfeldern gut einsetzbar sind. Die Ausbildungsinhalte vor allem der höheren Fachsemester leiten sich aus dem Stand der aktuellen Forschung bzw. aus der Entwicklung der physikalischen Erkenntnis ab. Studienablauf und -inhalte der unteren Fachsemester bestimmen sich aus der Notwendigkeit, die Physik als einheitliches 'Erkenntnisgebäude' in Anlehnung an die historische Entwicklung zu vermitteln. Während des gesamten Studiums wird in erster Linie die Problemlösungskompetenz anhand von theoretischen Übungen, physikalischen Praktika und durch die Beteiligung an Forschungsaufgaben trainiert. Es ist gerade die für Physiker und Physikerinnen charakteristische Herangehensweise an intellektuell zu lösende Probleme, die die Gewähr für seine vielseitige Berufsbefähigung bietet. Es ist jedoch festzustellen, dass in der Mehrheit der Fälle der Bachelor-Abschluss nach sechs Fachsemestern die von Physiker/innen erwartete berufliche Qualifikation nicht bieten kann. Daher wird der Mastergrad, der dem Diplom gleichzusetzen sein wird, der im Regelfall anzustrebende akademische Grad sein. Deshalb wurde bei der Konzipierung der Studiengänge auf eine schlüssige, enge inhaltliche Abstimmung in beiden Teilen geachtet.

Das Institut für Physik sieht vor allem in der Möglichkeit, neben einem Masterstudiengang Physik weitere interdisziplinäre, der aktuellen Wissenschaftsentwicklung Rechnung tragende, naturwissenschaftliche Masterstudiengänge einrichten zu können, den eigentlichen strukturellen Vorteil, den die gestuften Bachelor- und Masterstudiengänge bieten. Mit der Einführung des Bachelorgrades wird auch den Studierenden der Physik der Einstieg in den bereits existierenden Studiengang 'Polymer Science' oder in den in Vorbereitung befindlichen Studiengang 'Optical Sciences' eröffnet. Außerdem kann bei der Zulassung zum Masterstudiengang in besonderen Fällen auch eine Vorentscheidung für die Aufnahme in das Promotionsstudium getroffen werden, was die Studienzeit

bis zur Promotion verkürzen sollte.

## **2. Institutionelles Umfeld**

Am Standort Adlershof hat das Institut für Physik das Potenzial, die bereits bestehenden Kooperationen mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen (BESSY, MBI, IKZ, DESY Zeuthen) weiter zu intensivieren und neue Kontakte zu kleinen und mittleren, forschungsorientierten Unternehmen zu etablieren. Auch die Zusammenarbeit mit Arbeitsgruppen der beiden mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultäten dürfte sich dank räumlicher Nähe in Zukunft auf weitere Felder ausdehnen. Schwerpunkte sind für den Standort Adlershof die Materialwissenschaften, die Physik komplexer Systeme, die Optik und die Elementarteilchenphysik. Die vom Institut angebotenen Studiengänge profitieren von den lokalen Kooperationsbeziehungen, sei es durch das breite Angebot von Forschungsgebieten und -themen, an denen Studierende höherer Fachsemester mitarbeiten werden, sei es durch eine wachsende Zahl dezentraler Praktikums-Versuchsplätze oder , dass die Studierenden Gelegenheit haben werden, eine Praktikumsbörse von Forschungseinrichtungen und Unternehmen für eine Tätigkeit in der vorlesungsfreien Zeit zu nutzen. Die Studierenden werden genügend Freiraum haben, um von den anderen Instituten angebotene Module belegen und abschließen zu können.

## **3. Begründung für die Einrichtung des Bachelor-Studienganges**

Die gestuften Bachelor- und Masterabschlüsse geben den Studierenden mehr Flexibilität für ihre berufliche Qualifikation, da sie nach dem Bachelorstudium das Studium bis zum Master in Physik bzw. bis zur Promotion fortsetzen, mit Auflagen in einen Masterstudiengang einer naturwissenschaftlichen Nachbardisziplin oder in neu zu schaffende interdisziplinäre Studiengänge wechseln können. Wir erwarten, dass je nach Lage auf dem zukünftigen Arbeitsmarkt für Physiker/innen die Mehrzahl der erfolgreich Studierenden auch den Masterabschluss anstrebt. Außerdem dürfte eine nicht zu vernachlässigende Zahl von deutschen Studierenden bestrebt sein, den Mastergrad oder den PhD im Ausland zu erwerben. Umgekehrt erhoffen wir uns, dass der Zustrom von gut motiviertem, wissenschaftlichem Nachwuchs weiter wächst, der bei uns das Masterstudium wegen der am Standort Adlershof angebotenen Spezialisierungsrichtungen aufnehmen möchte.

Das Studium wird modularisiert angeboten, verbunden mit hohen Leistungsanforderungen. Dies soll die Studierenden zu zügigem Studieren anregen, gegebenenfalls aber auch zu einer frühzeitigen Korrektur des eingeschlagenen Bildungsweges führen. Im Vergleich zum derzeitigen Diplomstudiengang wird die Regelstudienzeit besser eingehalten werden. Alle Prüfungen werden studienbegleitend durchgeführt, was zur Einhaltung der vorgesehenen Studiendauer beitragen wird. Die Modulprüfungen sind dabei so gestaffelt, dass das Verständnis der Einheit der Physik nicht verloren geht. Das ECTS-System für den Transfer von Studienleistungen beim Wechsel an eine andere Hochschule wird durchgängig Anwendung finden.

Die ersten vier Semester (Basis-Studium) des einzurichtenden Bachelor-Studiengangs werden von drei großen Modulen bestimmt, innerhalb derer die Physik weitgehend integriert gemeinsam von Experimentatoren und von Theoretikern gelesen wird. Damit wird ein bewährter Bestandteil des Diplomstudienganges Physik an der Humboldt-Universität in den Bachelorstudiengang übernommen. Im Vergleich zum Diplomstudiengang werden folgende inhaltliche Neuerungen eingeführt:

- ein Mathematik-Einführungskurs, der das bis zum Abitur erworbene

- mathematische Grundwissen auf das erforderliche Einstiegsniveau anheben soll,
- ein Modul „Rechneranwendungen in der Physik“, das im ersten Teil die Grundlagen für die vielfältigen Computeranwendungen beim wissenschaftlichen Arbeiten legen und im zweiten Teil numerische und algebraische Methoden der computerorientierten theoretischen Physik vermitteln soll,
- ein um die „Elektronik“ erweitertes Angebot zur „Experimentalphysik in der Praxis“, das das bisherige Fortgeschrittenenpraktikum ablöst,
- die Bachelorarbeit zu einem aktuellen Thema aus der theoretischen oder experimentellen Physik.

Im Rahmen des Moduls „Beifach“ (20 Studienpunkte) wird den Studierenden des Bachelorstudienganges Physik weitestgehend die freie Wahl von Modulen aus dem Angebot der Humboldt-Universität oder anderer Berliner Universitäten erlaubt.

#### **4. Begründung für die Einrichtung des Master-Studienganges**

Ziel des Master-Studiums ist es, vertieftes Wissen im Fach Physik zu erwerben und wissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden selbständig anwenden zu können, um den Übergang sowohl in die Berufspraxis in der freien Wirtschaft zu ermöglichen, als auch den Weg zur Forschung im Rahmen einer Doktorarbeit und darüber hinaus zu eröffnen. Aufbauend auf einem profunden Basiswissen in theoretischer und experimenteller Physik, das im Bachelorstudium gelegt wird, werden die Kenntnisse in den ersten beiden Semestern zunächst vertieft. Zugleich spezialisieren sich die Studierenden durch die Wahl eines Wahlpflichtfachs auf ein Fachgebiet der Physik, in dem sie während der sich anschließenden Forschungsphase des Masterstudiums zu arbeiten gedenken.

Ebenso wie das Bachelorstudium ist auch das Masterstudium in Module strukturiert. Alle Prüfungen werden studienbegleitend durchgeführt, was zur Einhaltung der vorgesehenen Studiendauer beitragen wird und den Studierenden bei der Einschätzung des eigenen Leistungsstands hilft. Wie im Bachelor-Studiengang sind die Modulprüfungen so gestaffelt, dass das Verständnis der Einheit der Physik nicht verloren geht. Das ECTS-System für den Transfer von Studienleistungen beim Wechsel an eine andere Hochschule wird durchgängig Anwendung finden.

Diesem Vertiefungsstudium schließt sich eine Forschungsphase an, die in eine Einarbeitungsphase, eine Vertiefungsphase und die Phase zur Erstellung der Abschlussarbeit des Masterstudiums gegliedert ist. Dies erlaubt es den Studierenden, sich in eine Thematik ihrer Wahl vertieft einzuarbeiten und einen Beitrag zur aktuellen Forschung im Rahmen der Zusammenarbeit mit einem Team zu leisten. Dadurch kann die Fähigkeit, moderne Forschungsmethoden in komplexen Fragestellungen anzuwenden, praxisnah vermittelt werden. Mit der Einteilung der Forschungsphase in die oben genannten Abschnitte wird zum einen dem Umstand Rechnung getragen, dass dies von der KMK in dieser Form gebilligt wurde und bereits an mehreren Physikfachbereichen von Akkreditierungsagenturen genehmigt worden ist. Zum anderen kann dadurch der hohe Standard der Ausbildung zu methodischer Forschungsarbeit, wie er in den derzeitigen Diplomarbeiten erreicht wird, erhalten werden.

#### **5. Ausbildungsziele**

Bachelor- und Masterstudium sollen alle notwendigen Voraussetzungen für junge Nachwuchswissenschaftler/innen schaffen, um in dem vielfältigen Berufsfeld von Wirtschaft und Forschung gleichermaßen bestehen und einen sichtbaren Beitrag leisten zu können. Die Stufung des Studiums gibt den Studierenden mehr Flexibilität bei der Wahl ihres Schwerpunkts in der beruflichen Ausbildung, da es die Möglichkeiten, in eine Nachbardisziplin oder von einer solchen in die Physik zu

wechseln, verbessert.

Im Rahmen des Bachelorstudienganges werden die experimentellen und theoretischen Grundlagen und Methoden der Physik und die erforderlichen mathematischen, rechen- und experimentier-technischen Grundlagen so weit vermittelt, dass solide Kenntnisse der physikalischen Grundgebiete Mechanik, Elektrodynamik, Spezielle Relativitätstheorie, Quantenphysik, Thermodynamik und Statistik und ihrer Zusammenhänge untereinander sowie Grundkenntnisse in den modernen Disziplinen Atom- und Molekülphysik, Festkörperphysik, Kern- und Elementarteilchenphysik und Optik angeeignet werden können. Dabei werden methodische Kenntnisse und Fähigkeiten vermittelt, die die angehenden Physiker/innen in die Lage versetzen, physikalische Probleme zu analysieren und selbständig (auch unkonventionelle) Lösungen auszuarbeiten. In der abschließenden Bachelorarbeit soll der oder die Studierende nachweisen, dass er oder sie ein vorgegebenes, begrenztes Thema anhand der einschlägigen Literatur und eigener praktischer Untersuchungen unter Anleitung eines Hochschullehrers zu bearbeiten in der Lage ist und die wissenschaftlichen Ergebnisse angemessen darstellen kann. Während des Studiums sollen die Studierenden die in der modernen Wissenschaft notwendigen sozialen Kompetenzen erwerben, indem sie zur Arbeit im Team und zur kritischen Auseinandersetzung im wissenschaftlichen Meinungsstreit angehalten werden. In Praktika und Übungen sollen sie Gelegenheit bekommen, unter Anleitung durch erfahrene Wissenschaftler ihre (Er-)kenntnisse an andere Studierende weiter zu geben. Die Studierenden des Bachelorstudienganges werden die Möglichkeit haben, Module für ihre weitere Berufsqualifizierung frei auszuwählen.

Im Masterstudium werden, basierend auf der Ausbildung in einem Bachelorstudium, vertiefte Kenntnisse in theoretischer und experimenteller Physik vermittelt. Die Studierenden spezialisieren sich in einem von ihnen gewählten Fachgebiet der Physik, das in der Regel mit einem der Forschungsschwerpunkte, die am Institut für Physik etabliert sind, übereinstimmt. Essentieller Teil des Masterstudiums ist die sich anschließende Forschungsphase, in der die Gelegenheit geboten wird, an aktuellen Forschungsprojekten mitzuarbeiten und dabei modernste Forschungsmethoden kennenzulernen und aktiv anzuwenden. Dafür ist ein vertieftes und selbständiges Literaturstudium und eine gründliche Einarbeitung in die Problematik erforderlich. Die Anfertigung der Abschlussarbeit des Masterstudiums erfordert die Fähigkeit, komplexe Fragestellungen und deren Lösung exakt und quantitativ darzustellen.

## **6. Ressourcen**

Der Studiengang wird zur Zeit von 21 Professuren, aus Sicht der gegenwärtigen Strukturplanung ab 2009 von 18 Professuren und vier Juniorprofessuren getragen. Hinzu kommen derzeit 5 S-Professuren (DESY Zeuthen, BESSY, MBI, Paul-Drude-Institut, MPI für Plasmaphysik) sowie mehrere Honorarprofessuren (DESY Zeuthen, MPI für Gravitationsphysik), die sich aktiv an der Lehre beteiligen und die Betreuung von Graduiierungsarbeiten anbieten. Die Zahl der S-Professuren wird sich weiter erhöhen. Die Forschungsschwerpunkte des Instituts sind Elementarteilchenphysik, Festkörperphysik / Materialwissenschaften, Statistische und Makromolekülphysik sowie seit kurzem die Optik. Dazu kommen noch die Arbeitsgruppen Plasmaphysik und Didaktik der Physik.

## **7. Qualitätssichernde Maßnahmen**

Die Akkreditierung des gestuften Bachelor- und Master-Studiengangs Physik soll zusammen mit anderen an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät I einzurichtenden Bachelorstudiengängen spätestens zum WS 2006/07 erfolgen. Sowohl der Bachelor- als auch der Masterstudiengang sollen fünf Jahre nach ihrer

Einführung einer Bewertung durch auswärtige Gutachter unterzogen werden. Die Lehrveranstaltungen und die Lehrenden werden regelmäßig in anonymen Befragungen von den Studierenden evaluiert.

Berlin, 01. 03. 2005