

Die Physik auf Bologna-Kurs

Eine Umfrage der Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP) gibt einen Überblick über die Einführung der neuen Bachelor- und Masterstudiengänge

Gerd Ulrich Nienhaus

Der Bologna-Prozess hat weitreichende Reformen der Hochschulstudiengänge in Deutschland in Gang gesetzt. Die bisherigen Physikstudiengänge werden bis 2010 flächendeckend von Bachelor-/Masterstudiengängen abgelöst; auch die Lehramtsstudiengänge sind in die Reform einbezogen. Die Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP) hat im Mai 2005 Empfehlungen zu den neuen Bachelor- und Masterstudiengängen in der Physik beschlossen.¹⁾ Eine im Juni 2007 durchgeführte detaillierte Umfrage in den Physikfachbereichen zum Fortgang der Umstellung und der Organisation der neuen Studiengänge gibt einen Überblick über die Entwicklung. Die Ergebnisse möchte ich im Folgenden vorstellen.

In der Bologna-Deklaration von 1999 haben sich die europäischen Länder – gegenwärtig gibt es 46 Vertragsstaaten – dazu bekannt, bis zum Jahr 2010 einen gemeinsamen europäischen Hochschulraum zu schaffen.²⁾ Ein wesentliches Ziel dieser engen europäischen Verflechtung im Hochschulbereich ist es, zu transparenten und vergleichbaren Studienabschlüssen zu kommen und damit zu einer besseren internationalen Wettbewerbsfähigkeit, Beschäftigungsfähigkeit und Mobilität der Studierenden und Absolventen beizutragen. Wesentliche Elemente des Bologna-Prozesses sind:

- die Einführung eines zweistufigen Systems von Studiengängen (Bachelor/Master), die aus
- thematisch umrissenen Modulen mit Leistungspunkten (LP) bestehen, die den zur Erzielung von Studienleistungen notwendigen Arbeitsaufwand widerspiegeln sollen.
- Die Einführung von Standards und Leitlinien für die Qualitätssicherung soll die nationale und

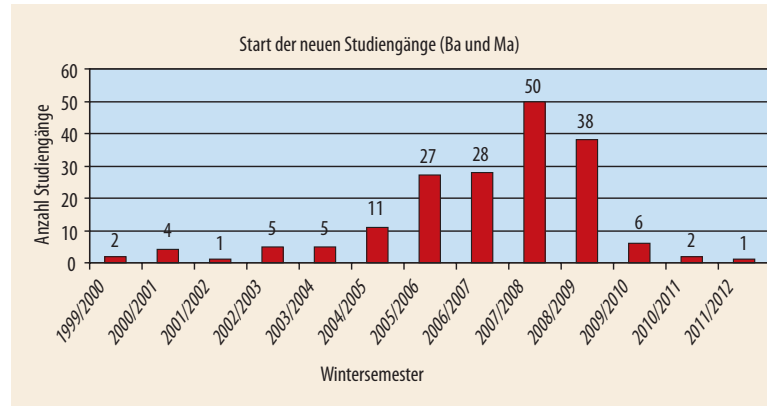


Abb. 1 Im laufenden Wintersemester wird der Höhepunkt der Umstellung auf die neuen Studiengänge erreicht.

europäische Vergleichbarkeit von Studienabschnitten und -abschlüssen gewährleisten.

Die durch den Bologna-Prozess erforderliche Umstellung der Physikstudiengänge auf das Bachelor-/Mastersystem hat in den Reihen der Physiker zunächst zu kontroversen Diskussionen geführt, da das Physik-Diplom als „Markenzeichen“ seit Jahrzehnten von Wissenschaft und Wirtschaft im In- und Ausland gleichermaßen anerkannt und geschätzt wird. So war die Arbeitslosenquote für Physikerinnen und Physiker im Jahr 2006 mit nur etwas mehr als 3 % erfreulich niedrig.³⁾ Die KFP hatte über viele Jahre hinweg die wichtige Rolle übernommen, die Standards beim Physikstudium zu koordinieren, um bundesweit eine qualitative Vergleichbarkeit der Abschlüsse zu gewährleisten. Im Jahr 2005 hat die KFP Empfehlungen für die Gestaltung der neuen Bachelor-/Masterstudiengänge an den deutschen Physikfachbereichen verabschiedet. Der Bachelorstudiengang soll demnach in sechs Semestern eine möglichst breite Allgemeinbildung in Physik vermitteln und dadurch eine bedingte Berufsbefähigung gewährleisten. Das darauf aufbauende, viersemestrige Masterstudium bietet Spezialkenntnisse in Teilfächern der Physik und führt zu einem

Ausbildungsstand auf international höchstem Niveau. Eine insgesamt einjährige Forschungsphase soll dabei zu selbstständigem wissenschaftlichen Arbeiten befähigen. Der Mastergrad ist vom Qualifikationsniveau mit dem bisherigen Diplom vergleichbar und berechtigt grundsätzlich zur Promotion.

Gelungene Momentaufnahme

Gegenwärtig ist die Umstellung der Physikstudiengänge an deutschen Universitäten in der heißen Phase (Abb. 1). Zum Wintersemester 2007/2008 werden die meisten Physikstudiengänge auf Bachelor-/Masterabschlüsse umgestellt, und bis zum Jahr 2010 sollte dieser Vorgang praktisch abgeschlossen sein. Damit wird die Zeitvorgabe des Bologna-Prozesses eingehalten. Im Sommersemester 2007 war der Reformprozess so weit fortgeschritten, dass es sinnvoll erschien, eine erste Bilanz zu ziehen. Der Exekutivausschuss der KFP hat dazu einen Fragebogen entwickelt, um Daten zu den geplanten und bereits umgestellten Studiengängen (Fachstudium, Lehramt, sonstige Studiengänge mit Schwerpunkt Physik) zu erheben. Er enthält neben organisatorischen Fragen (u. a. Art/Bezeichnung des Studien-

1) Der Wortlaut des Beschlusses findet sich auf www.kfp-physik.de

2) Eine umfangreiche Darstellung gibt die Hochschulrektorenkonferenz (HRK) auf www.hrk-bologna.de

3) U. Weigelt: Arbeitsmarkt für Physikerinnen und Physiker, Physik Journal, November 2006, S. 27

Prof. Dr. Gerd Ulrich Nienhaus, Universität Ulm, ist Vorsitzender der Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP) in Deutschland und DPG-Vorstandsmitglied für Bildung und Ausbildung.

4) Eine umfassende Auflistung ist enthalten in G. U. Nienhaus: Physikstudium im Wandel, Physik Journal, August/September 2007, S. 29

gangs, Umstellungszeitpunkt, Kapazität, Akkreditierung, Unterrichtssprache, Eignungsfeststellung) vor allem solche zur inhaltlichen Ausgestaltung (Gewichtung inhaltlicher Kategorien innerhalb der Physik, Mathematik, Praktika, Wahlbereiche, Abschlussarbeiten) der Studiengänge. Von den 58 Physikfachbereichen an deutschen Universitäten haben 53 Angaben über insgesamt 184 Studiengänge gemacht, von denen 50 Lehramtsstudiengänge sind. Damit ist eine nahezu vollständige Momentaufnahme der Veränderung des Physikstudiums an deutschen Universitäten im Rahmen des Bologna-Prozesses gelungen.

In diesem Beitrag stehen die Fachstudiengänge im Mittelpunkt, da die Umfrage für die Lehramtsstudiengänge ein äußerst heterogenes Bild ergibt, das sich nicht zu einer kompakten Darstellung eignet. Die Reform der Lehramtsstudiengänge gestaltet sich aufgrund des föderalen Charakters der Bundesrepublik Deutschland problematischer. In den einzelnen Bundesländern gibt es offensichtlich deutlich unterschiedliche Vorstellungen über Inhalte und Zeitablauf der Umsetzung.

Bachelorstudiengang

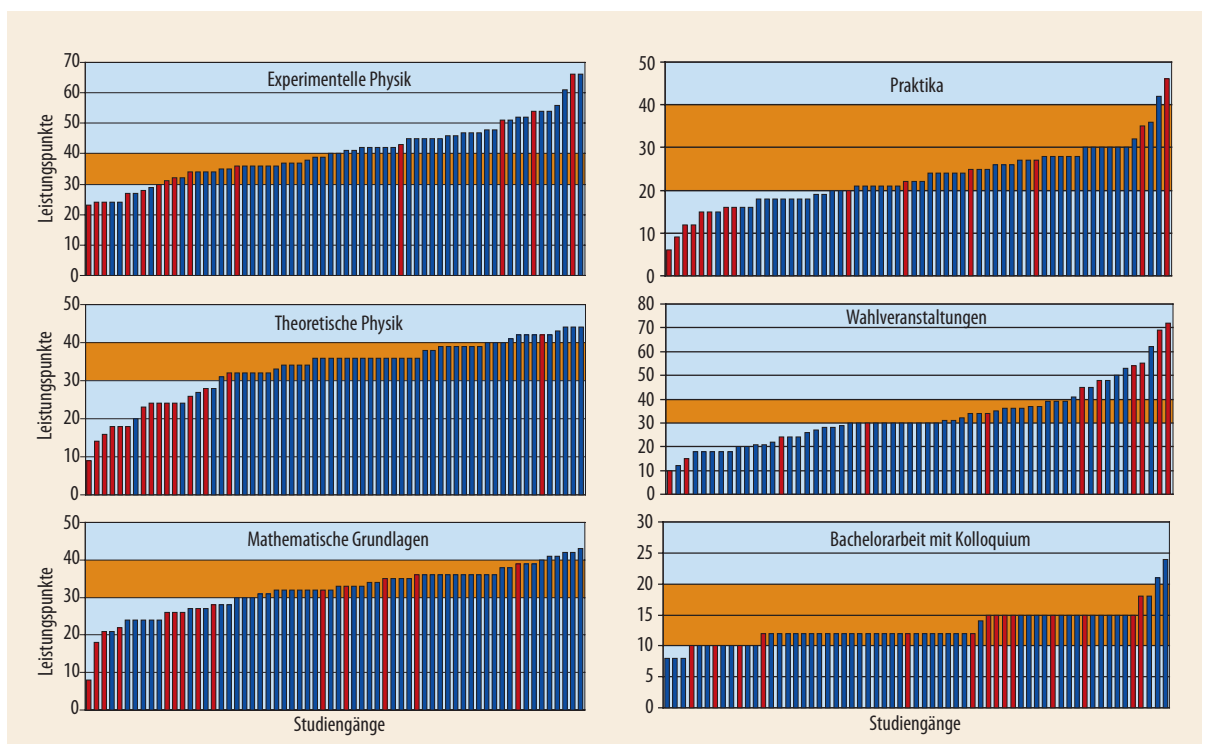
Alle gemeldeten Bachelorstudiengänge umfassen jeweils sechs Semester. 50 Studiengänge führen zum Hochschulgrad eines „Bachelor of Science“ im Fach Physik; bis auf eine Ausnahme werden alle an der Umfrage beteiligten Physikfachbereiche diesen Abschluss anbieten. Außerdem gibt es 13 Studiengänge mit besonderer Studiengangsbezeichnung. Diese sind vielfach interdisziplinär, haben aber ihren Schwerpunkt in der Physik, z. B. Physik mit Informatik, Materialwissenschaften, Wirtschaftsphysik.⁴⁾ Ferner meldeten die Fachbereiche 22 Bachelorstudiengänge für das Lehramt. Die Zahl der Module, aus denen die Fachstudiengänge aufgebaut sind, streut um einen Mittelwert von 22 herum; so bestehen 87 Prozent der Studiengänge aus 15 bis 30 Modulen.

Für die verschiedenen Kategorien der im Studium vorgesehenen Veranstaltungen hat die KFP Gewichtungen empfohlen (Tabelle). Abb. 2 zeigt, dass die Fachbereiche diese Empfehlungen bei der Umsetzung der Bachelorstudiengänge (ohne Lehramt) im Wesentlichen berücksichtigt haben. Signifikante Abweichungen sind lediglich für die Kategorie Experimentalphysik

zu verzeichnen, in der 45 Prozent der Studiengänge mehr als die empfohlenen 40 LP erfordern. Erwartungsgemäß liegen die roten Balken häufig am Rand und bestätigen damit, dass die besonderen Studiengänge mit Schwerpunkt Physik aufgrund ihrer nicht-physikalischen Komponenten in der Gewichtung eher von der Norm abweichen. Der Bachelorarbeit sind bis auf wenige Ausnahmen 10 bis 15 Punkte zugewiesen. Bei den Wahlveranstaltungen reicht die Bandbreite von 10 bis 70 Punkten; mehr als die Hälfte aller Studiengänge weicht hier von der KFP-Empfehlung ab. Die wesentlichen Teilgebiete der Physik – Mechanik, Elektrodynamik und Optik, Thermodynamik und Statistik, Atom- und Molekülphysik, Physik der kondensierten Materie, Kern- und Elementarteilchenphysik sowie Quantenmechanik – werden wie empfohlen in den allermeisten Bachelorstudiengängen abgedeckt (Abb. 3). Deutliche Abweichungen finden sich lediglich für die Kern- und Elementarteilchenphysik. Allerdings sind hier von den zwölf Studiengängen ohne dieses Teilfach sieben den Studiengängen mit besonderer Bezeichnung zuzuordnen.

Der Vergleich der Bachelorstudiengänge lässt den Schluss zu, dass es auch zukünftig innerhalb

Abb. 2 Vergleichen mit den expliziten Physikstudiengängen (blau) weichen Studiengänge mit besonderer Bezeichnung (rot) stärker von den KFP-Empfehlungen zum Bachelor (orangefes Band) ab.



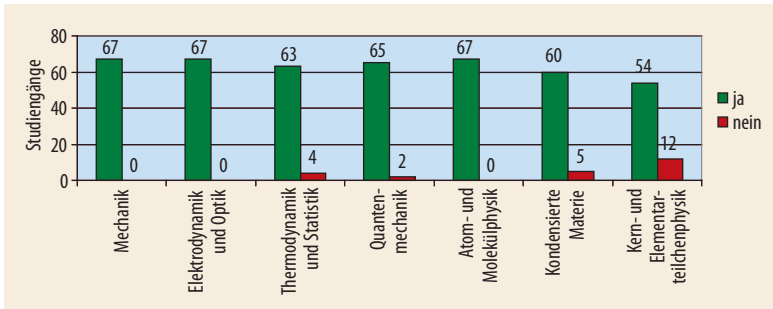


Abb. 3 Die allermeisten Bachelor-Studiengänge decken die wichtigsten Teilgebiete der Physik ab.

Deutschlands vergleichbar aufgebaute Physikstudiengänge geben wird, von denen ein ähnlicher Kenntnis- und Leistungsstand der Absolventen zu erwarten ist.

Masterstudiengang

Insgesamt 94 Masterstudiengänge wurden gemeldet; 91 davon sind auf einem Bachelorabschluss aufbauende, konsekutive Studiengänge, und ebenfalls 91 sind viersemestrig konzipiert. 42 dieser Studiengänge schließen mit dem Mastergrad in Physik ab, weitere 24 tragen eine besondere Studiengangbezeichnung wie z. B. Astrophysik, Biophysik oder Technische Physik.⁴⁾ Der relative Anteil spezieller Studiengänge ist damit deutlich höher als beim Bachelorstudiengang und reflektiert die im Masterstudium angestrebte Spezialisierung. Knapp 90 Prozent der Fachstudiengänge wurden als forschungsorientiert im Gegensatz zu anwendungsorientiert eingestuft. Hinzu kommen noch 28 Masterstudiengänge für das Lehramt.

Zur inhaltlichen Struktur hatte die KFP empfohlen, Masterstudiengänge so zu konzipieren, dass sie aus einer einjährigen Vertiefungsphase bestehen, auf die eine einjährige Forschungsphase folgt, während der die Masterarbeit anzufertigen ist (Tabelle). Die Diagramme in Abb. 4 zeigen zum Teil sehr breite Verteilungen der Leistungspunkte auf die drei inhaltlichen Kategorien experimentelle und theoretische Physik sowie Wahl-/Vertiefungsveranstaltungen in der Vertiefungsphase, wobei die Richtwerte für experimentelle und theoretische

Physik bis auf wenige Ausnahmen in etwa eingehalten wurden. Für die Wahl-/Vertiefungsveranstaltungen ist eine enorme Bandbreite von 5 bis 74 LP ersichtlich, worin sich die zunehmende Spezialisierung der Studiengänge widerspiegelt. Die Forschungsphase besteht aus Einführungsmodulen mit insgesamt 30 LP, auf die die eigentliche Masterarbeit mit weiteren 30 LP folgt. Dieser KFP-Empfehlung sind die Fachbereiche bis auf eine Ausnahme bei der Konzeption ihrer viersemestrigen Masterstudiengänge gefolgt.

Weitere Aspekte der Reform

Ein erklärtes Ziel des Bologna-Prozesses besteht darin, die internationale Verflechtung und Mobilität zu fördern. Interessanterweise sieht die große Mehrheit der gemeldeten Studiengänge weiterhin Deutsch als Unterrichtssprache vor; lediglich 11 sind englischsprachig und 22 zweisprachig.

Im Rahmen der Bologna-Reform sind diverse Werkzeuge zur Qualitätssicherung beim Hochschulstudium vorgesehen. Zunächst kann die Zulassung zum Studium eine Eignungsprüfung voraussetzen. Von dieser Möglichkeit machen 37 % der Bachelor- und Masterstudiengänge Gebrauch. In der Vergangenheit waren die Physikstudiengänge zumeist nicht überlaufen, sodass man vermutlich eine anfängliche Begrenzung der Zulassungen vermeiden möchte. Neben den studienbegleitenden Modulprüfungen beabsichtigen viele Fachbereiche, mit Fortschrittskontrollen und Beratungsleistungen

Lerndefiziten frühzeitig entgegenzuwirken und damit die Abbrecherquote zu minimieren. Zahlreiche Möglichkeiten der frühzeitigen Beratung (Tutorien, Mentorenbetreuung) sowie der Kontrolle (Orientierungsprüfungen, Anzahl der Leistungspunkte zu bestimmten Studienabschnitten, modulübergreifende Prüfungen) sind dazu vorgesehen.

Nicht nur die Studierenden werden kontinuierlich geprüft, auch die Studiengänge selbst stehen beim Akkreditierungsverfahren durch unabhängige externe Agenturen, z. B. ASIIN, auf dem Prüfstand. Gegenwärtig sind 59 Bachelor- und Masterstudiengänge in der Physik bereits akkreditiert, und bislang ist noch kein Studiengang abgelehnt worden. Weitere 38 sind im Prozess der Akkreditierung; für 58 Studiengänge befindet sich die Akkreditierung zurzeit in der Vorbereitung. Inzwischen wird – nicht zuletzt vor dem Hintergrund der enormen Kosten – zunehmend der Wechsel von einer Programmakkreditierung zu einer Systemakkreditierung diskutiert. Während bei einer Programmakkreditierung jeder einzelne Studiengang begutachtet wird, überprüft die Systemakkreditierung primär die übergeordneten, hochschulinter-

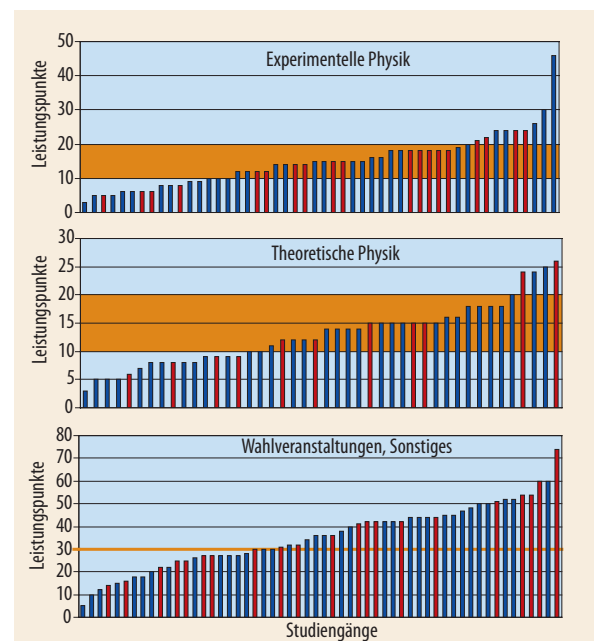


Abb. 4 In der einjährigen Vertiefungsphase des Masterstudiums ist insbesondere bei den Wahlveranstaltungen eine enorme Bandbreite bei den erzielbaren Leistungspunkten festzustellen (orange: KFP-Empfehlung).

5) Pressemitteilung 12/2004 der DPG: „Für eine Neuordnung des Physikstudiums“.

nen Qualitätssicherungsverfahren. Zehn Fachbereiche streben bereits eine Systemakkreditierung an.

Klares Profil für Berufschancen

Der Charakter der Fachdisziplin Physik definiert sich ganz wesentlich über die Art der Ausbildung im Fach. Daher ist verständlich, dass die durch den Bologna-Prozess angestoßenen Studienreformen unter den Physikern mit großem Engagement und kontrovers diskutiert wurden. Die Physikfachbereiche nutzen den Wechsel zu einem Bachelor-/Mastersystem umsichtig, um ihre Studiengänge an die steten Änderungen sowohl im Fach selbst als auch im Umfeld anzupassen. Das vorliegende Zahlenwerk lässt erste Schlüsse zu, wie sich das Physikstudium in Zukunft entwickeln wird.

Die Vorgaben des Bologna-Prozesses sehen vor, den Bachelorgrad zu einem ersten berufsqualifizierenden Abschluss zu machen. In der Tat decken die Bachelorstudiengänge im Fach Physik alle essenziellen Teilgebiete der Physik ab und vermitteln die Kenntnisse, die für eine Berufsbefähigung notwendig sind. Um diese Vorgabe umzusetzen, kommen Veranstaltungen, die erfahrungsgemäß den Studierenden

Probleme bereiten (Mathematik, theoretische Physik), in den sechs Semestern der Bachelorstudiengänge im Vergleich mit Diplomstudiengängen in zeitlich konzentrierter Form vor. Hier ist besondere Aufmerksamkeit in den Fachbereichen erforderlich, um die Abbrecherquote möglichst niedrig zu halten. Auch der zuweilen notwendige erneute Besuch einer Veranstaltung kann aufgrund des straffen Aufbaus der Bachelorstudiengänge zu einer Verlängerung der Studienzeiten führen. In den Bachelorstudiengängen fehlen allerdings weitgehend die vertiefende Auseinandersetzung mit Teilgebieten der Physik und insbesondere eine längere Forschungsphase. Letztere stellt bereits eine gewisse Berufspraxis dar und hat daher einen nicht unwesentlichen Anteil an der Attraktivität des Berufsbildes des (Diplom-)Physikers. Daher empfehlen KFP und DPG⁵⁾ den Studierenden, ihr Physikstudium durch einen aufbauenden konsekutiven Masterstudiengang zu komplettieren. Unserer Umfrage zufolge sind ein Drittel weniger Masterstudienplätze als Bachelorstudienplätze geplant. Wenn man davon ausgeht, dass trotz großer Bemühungen in den Fachbereichen weiterhin etwa ein Drittel der Anfänger das Physikstudium abbrechen wird, stehen praktisch allen Studierenden ausreichend Plätze für das Masterstudium zur Verfügung.

Die Prüfungsmodalitäten werden sich mit der Umstellung auf das Bachelor-/Mastersystem grundsätzlich verändern. Im Sinne eines zügigen Fortgangs des Studiums fordert die Bologna-Reform studienbegleitende Modulprüfungen, die den Studierenden ihre Leistungen kontinuierlich vor Augen führen und damit die Möglichkeit geben, Defizite zeitnah zu beseitigen. Derartige Prüfungen gab es bislang im Diplomstudiengang Physik in Form zahlreicher Klausuren; den Vordiplom- und Diplomprüfungen entsprechende, thematisch übergreifende Prüfungen entfallen jedoch zukünftig. Manche Hochschullehrer befürchten, dass sich die Studierenden nur noch gezielt

auf die zeitnahe Abprüfung begrenzter Teilbereiche vorbereiten und dadurch der Blick für die größeren Zusammenhänge in der Physik verloren gehe. Die Konsequenzen dieser Änderungen sollten aufmerksam beobachtet werden.

Die Studienreform im Fach Physik beschert uns zukünftig zwei Studienabschlüsse. Ob sich der neu eingeführte Bachelorgrad in der Physik als unabhängiger Abschluss durchsetzen kann, wird sich zeigen. Aus der Konzeption der Studiengänge ist ersichtlich, dass der bisherige Diplom-Physiker durch einen Physiker mit Mastergrad abgelöst wird, der ein äquivalentes Leistungsprofil aufweist. Eine Spezialisierung im Masterstudium ist erwünscht; zu viel Kreativität bei der Bezeichnung der Abschlüsse könnte sich allerdings als kontraproduktiv erweisen. Ein klares Profil des Mastergrades im Fach Physik kann wesentlich dazu beitragen, den Beruf des Physikers zu definieren und den praxisnah ausgebildeten, vielseitig einsetzbaren Hochschulabsolventen hervorragende Chancen auf dem Arbeitsmarkt garantieren.

Danksagung

Michaela Roth, Bernd Spindler und André Wobst von der DPG-Geschäftsstelle, den Beteiligten in den Physik-Fachbereichen sowie den Mitgliedern des KFP-Exekutivausschusses gilt mein herzlicher Dank für ihre große Unterstützung bei der Durchführung dieser Erhebung.

KFP-Empfehlungen zum Aufbau der Studiengänge

Bachelor-Studiengang Physik	
Vorlesungen / Übungen Experimentelle Physik	30 – 40 LP
Vorlesungen / Übungen Theoretische Physik	30 – 40 LP
Vorlesungen / Übungen Mathematische Grundlagen	30 – 40 LP
Anfängerpraktika	10 – 20 LP
Fortgeschrittenenpraktika	10 – 20 LP
Wahlvorlesungen / Übungen	30 – 40 LP
Bachelorarbeit mit Kolloquium (max. 3 Monate)	10 – 20 LP
Summe:	180 LP
Master-Studiengang Physik	
Vertiefungsphase:	
Vorlesungen / Übungen Experimentelle Physik	10 – 20 LP
Vorlesungen / Übungen Theoretische Physik	10 – 20 LP
Wahl- und Vertiefungsveranstaltungen (Vorlesungen, Projekt-/Fortgeschrittenenpraktikum, Übungen)	30 LP
Forschungsphase:	
Einführungsmodule	30 LP
Masterarbeit	30 LP
Summe:	120 LP