

Zur fachlichen und fachdidaktischen Ausbildung für das Lehramt Physik

Zusammenfassung

Eine Studie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft e. V.

April 2014



Diese Studie wurde gefördert durch die Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung.

Zur fachlichen und fachdidaktischen Ausbildung für das Lehramt Physik

Zusammenfassung

April 2014

Koordinatoren

Siegfried Großmann

Philipps-Universität Marburg

Ingolf Hertel

Humboldt-Universität zu Berlin und Max-Born-Institut

Mitglieder der Arbeitsgruppe

„Ausbildung im Lehramt Physik und das Profil von Physik in der Schule“

Im Folgenden kurz „Mitglieder der DPG Arbeitsgruppe“ genannt

| | |
|--------------------|---|
| Gunnar Berg | Universität Halle |
| Franz Eisele | Universität Heidelberg |
| Roger Erb | Universität Frankfurt am Main |
| Helmut Fischler | Freie Universität Berlin |
| Siegfried Großmann | Philipps-Universität Marburg |
| Steffen Harke | Albert-Einstein-Gymnasium Berlin |
| Ingolf Hertel | Humboldt-Universität zu Berlin und Max-Born-Institut |
| Rudolf Lehn | Schülerforschungszentrum am Störck Gymnasium, Bad Saulgau |
| René Matzdorf | Universität Kassel |
| Peter Reineker | Universität Ulm |
| Peter Richter | Universität Bremen |
| Dieter Röß | Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung, Hösbach |
| Peter Schmüser | Universität Hamburg und DESY Hamburg |
| Lutz-Helmut Schön | Universität Wien |
| Michael Sinzinger | Goethe Gymnasium Regensburg |
| Thomas Trefzger | Universität Würzburg |
| Rita Wodzinski | Universität Kassel |

IMPRESSUM

Deutsche Physikalische Gesellschaft e.V.

Hauptgeschäftsstelle:
Hauptstraße 5
53604 Bad Honnef
Deutschland
Tel. 02224-9232-0
Fax 02224-9232-50
dpg@dpg-physik.de

Hauptstadtrepräsentanz:
Magnus-Haus
Am Kupfergraben 7
10117 Berlin
Deutschland
Tel. 030-201748-0
Fax 030-201748-50
magnus@dpg-physik.de

Die in dieser Studie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vorgestellten Anregungen richten sich in erster Linie an die Hochschullehrer und Hochschullehrerinnen im Fach Physik und in der Fachdidaktik Physik, die für die Lehramtsausbildung direkt verantwortlich sind. Sie wenden sich aber auch an Politik, Bildungsverwaltung und Hochschulen, soweit sie für die Gestaltung der Rahmenrichtlinien bzw. die konkrete Erstellung von Prüfungsordnungen und Studienplänen für das Lehramt zuständig sind.

1. Ausgangslage

Physik in der Schule gehört leider zu den am wenigsten beliebten Fächern. Physik wird als sehr schwer empfunden und leider oft abgewählt. Es ist offensichtlich sehr schwer, die häufig zu Anfang der Sekundarstufe vorhandene Begeisterung der Jugendlichen zu erhalten. Auch wurde der Anteil Physik in den gymnasialen Stundentafeln in den letzten Jahrzehnten deutlich reduziert, Physik als Wahlfach im Abitur wird zunehmend vermieden. All dies spiegelt nicht zuletzt auch das Ansehen von Physik in unserer Gegenwartskultur wider – eine fatale Haltung in einer modernen Industriegesellschaft, die von ihrer Innovationskraft lebt und die ohne ihr „Human Capital“ im Bereich von Mathematik, Naturwissenschaft und Technik nicht überlebensfähig wäre.

Dies zwingt zum Nachdenken über unsere überlieferte Ausbildung für das Lehramt Physik. Ziel möglicher Verbesserungen muss eine breite, intellektuell wie emotional positiv aufgenommene Vermittlung der Physik durch guten und attraktiven Unterricht in unseren Schulen sein. Die Grundlage hierfür wird in der Hochschulausbildung von Lehrerinnen und Lehrern für das Fach Physik in den Sekundarstufen I und II gelegt.

Ein Lehramtsstudium hat daher seine ganz eigenen Ziele und stellt ganz spezifische Anforderungen, die sich von denen eines wissenschaftlichen Fachstudiums, z.B. in Physik, wesentlich unterscheiden. Lehramtsstudierende haben eine sehr konkrete Berufstätigkeit vor Augen, auf die sie ihr Studium umfassend vorbereiten soll. Die für ihre künftige Berufstätigkeit erforderlichen Kompetenzen reichen dabei von soliden fachlichen Kenntnissen über fachdidaktische Fähigkeiten bis hin zu bildungswissenschaftlichem Wissen – und der Fähigkeit, dieses Kenntnisse und Kompetenzen schülergerecht zu vermitteln.

Daher und aufgrund der bildungspolitischen Rahmenvorgaben ist der Anteil Physik im Lehramtsstudium zeitlich stark beschränkt – viel stärker als man dies gemeinhin wahrnimmt: Im Gegensatz zu einem 10-semesterigen Fachstudium der Physik, in welchem im Bachelor- und Masterstudium typischerweise 300 Leistungspunkte erworben werden (ganz überwiegend im Fach Physik), stehen in einem ebenfalls 10-semesterigen Lehramtsstudiums (Gymnasium bzw. Sekundarstufe I und II) für die reine Fachphysik nur etwa 30% davon zur Verfügung (80-100 LP). Die übrigen 70% entfallen (neben der Fachdidaktik in Physik) auf das zweite Fach, auf dessen Fachdidaktik, auf die Bildungswissenschaften und weitere Fächer wie Deutsch als zweite Sprache und Inklusion. Physik für das Lehramt kann man daher nicht einfach aus Bruchstücken eines Fachstudiums in Physik zusammensetzen.

Die Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) hat deshalb bereits 2006 ein eigenständiges Studium für das Lehramt gefordert, ein Studium *sui generis* also [Großmann *et al.* (2006)]. Auch zu der Problematik der sog. „Quereinsteiger“ in das Lehramt Physik hat die DPG konstruktive Vorschläge gemacht [Korneck *et al.* (2010)].

Mit der hier vorgelegten Studie führt die DPG die Überlegungen von 2006 konsequent weiter und leistet so einen Beitrag zu der aktuellen, bundesweit geführten Reformdiskussion für ein besseres Lehramtsstudium. Für das Studium des Lehramts (LA) an Gymnasium (bzw. Sekundarstufe I und

II) im Fach Physik werden hier ganz konkrete Empfehlungen zu den fachphysikalischen und fachdidaktischen Inhalten sowie zu deren Strukturierung im Studienverlauf gegeben.

Ein zentrales Anliegen der hier vorgestellten Überlegungen und des daraus folgenden Curriculums ist es zu zeigen, wie ein *wirklich studierbares* Studienangebot aussehen kann, in welchem das Wissen und die Kompetenzen erworben werden können, welche die Basis für den Beruf *Physik-lehrerin bzw. Physiklehrer* ausmachen. Sie werden nach dem Studium durch die zweite Phase der Lehrerbildung (Referendariat) ergänzt, die hier nur am Rande angesprochen wird.

2. Struktur und Grundkonzeption des Lehramtsstudiums Physik

Das Lehramtsstudium ist in zwei Fächer und einen bildungswissenschaftlichen Teil gegliedert, wobei in der Regel von folgender Verteilung der Studienbestandteile ausgegangen werden kann (Angaben in Leistungspunkten LP = Credit Points CP = ECTS-Punkte):

Studium insgesamt: 300 LP

- 1. Fach (einschließlich seiner Didaktik) 100-120 LP
- 2. Fach (einschließlich seiner Didaktik) 100-120 LP
- Bildungswissenschaften 30-50 LP
- Schulpraktika 20-30 LP
- Abschlussarbeiten 20-40 LP

Wichtige Gesichtspunkte und Anforderungen an das Lehramtsstudium im Fach Physik sind:

- Es soll möglichst lehramtsspezifisch, also *sui generis* gelehrt und gelernt werden.
- Der gegebene Rahmen erzwingt, Physik exemplarisch zu lernen sowie Selbstlernen zu erlernen.
- Orientierung auch an Themen aus der Erfahrungswelt statt allein an der Fachsystematik. Die Studierenden sollen im Studium selbst erfahren, wie sie später die Schülerinnen und Schüler für die Physik motivieren und begeistern können.
- Verbesserung der Betreuung der LA-Studierenden, besonders in den Übungen.
- Ein signifikanter Anteil von Lehrveranstaltungen in „Moderner Physik“ sowie von „Anwendungen in Physik und Technik“ soll die Entwicklung der Physik aktuell abbilden. Die LA-Ausbildung darf nicht statisch verharren, sondern muss auf dem aktuellen Stand des Fachs erfolgen.
- Eine eigene, auf das Nötigste beschränkte Mathematik-Ausbildung scheint unumgänglich, besonders auch angesichts beliebig erlaubter Fächerkombinationen. Mathematik soll aber nicht Selbstzweck sein und auch nicht die Physik überdecken.
- EDV-Kenntnisse sind zu vermitteln, Computereinsatz zu üben, Simulationen einzusetzen.
- Immer wichtiger wird auch die Vermittlung von Medienkompetenz. Es ist wichtig, diese auch anhand konkreter physikalischer Inhalte zu erwerben bzw. zu erproben.
- Das Sprechen über Physik ist systematisch zu üben.
- Und schließlich, ganz unverzichtbar: Wiederholen – wiederholen; nicht bloßes Rekapitulieren, sondern bereits Kennengelerntes in immer neuen Zusammenhängen anwenden.

Die Fachdidaktik sollte spätestens im 3. Fachsemester beginnen, idealerweise bereits im ersten oder zweiten Semester. Für Studierende ist es sehr wichtig, bereits zu Beginn des Studiums mit Inhalten in Bezug auf die gesamte Breite der angestrebten Lernergebnisse in Kontakt zu kommen.

Bei der Planung des Curriculums sind Absprachen zwischen Fachwissenschaft, Fachdidaktik, Bildungswissenschaften und Schulpraktika zwingend erforderlich, um die Belastung der Studie-

renden gleichmäßig über die Semester zu verteilen und Inhalte soweit möglich und sinnvoll aufeinander abzustimmen.

Prüfungen sollten kompetenzorientiert gestaltet sein und in ihrer Form von Modul zu Modul variieren (Klausur, mündliche Prüfung, Seminarvortrag, Bericht, Portfolio, etc.). Vor Prüfungsterminen sollte ausreichend Zeit für die Prüfungsvorbereitung gegeben werden. Hierzu können Prüfungen z.T. an das Ende der vorlesungsfreien Zeit gelegt werden.

Studierenden in besonderen Lebenssituationen (Studieren mit Kind, Krankheit, Erwerbstätigkeit zur Finanzierung des Studiums, etc.), sollte durch flexible Regelungen in den Prüfungsordnungen die Möglichkeit gegeben werden, ihren Studienfortschritt selbst zu bestimmen.

3. Inhalte des Fachstudiums und der Didaktik der Physik

Das konkrete, in den Empfehlungen vorgestellte Modell eines Curriculums geht davon aus, dass folgende Leistungspunkte (LP) in der physikalischen Ausbildung für das Lehramt durch die Studierenden zu erbringen sind (wir unterscheiden dabei nicht zwischen Erst- und Zweitfach):

Studienfach Physik insgesamt:

- | | | |
|------------------|-------|--------------|
| • Fachausbildung | 90 LP | (80 bis 100) |
| • Fachdidaktik | 30 LP | (20 bis 30) |

Die Abschlussarbeiten (Staatsexamen oder Bachelor und Master) sind dabei nicht weiter berücksichtigt, da sie nach Wahl der Studierenden in einem der beiden Fächer angefertigt werden.

Je nach örtlichen Rahmenbedingungen und fachlichen Ausrichtungen können sich Bandbreiten ergeben (Zahlen in Klammern), innerhalb derer die jeweiligen Studienanteile liegen sollten, um ein sinnvoll strukturiertes Lehramtsstudium zu ermöglichen. Die untere Grenze ist als Mindeststandard für ein Lehramtsstudium der Physik zu betrachten.

Das als Beispiel vorgestellte Curriculum macht aber deutlich, wie eng bereits der mit 90 LP gesetzte Rahmen für die fachphysikalische Ausbildung ist. Eine erfolgreiche Physikausbildung der Lehrerinnen und Lehrer in diesem Rahmen erfordert in jedem Falle eine sehr präzise und enge Abstimmung zwischen den Lehrveranstaltungen über die Studieninhalte und die jeweils zu vermittelnden Kompetenzen, welche ein hohes Maß an Disziplin bei der Vermittlung voraussetzt.

Als Inhalte des **Fachstudiums Physik** werden sechs Hauptbereiche für eine moderne Lehramtsausbildung vorgeschlagen:

- Physik 1 bis 4, insgesamt 24 LP (20-30), davon ca. 1 LP für Geschichte der Physik
- Vier Praktika, insgesamt 18 LP (15-20), davon drei Grundpraktika à 4 LP
- Mathematische Methoden, insgesamt 8 LP (5-10), kann bei Zweitfach Mathematik ggf. entfallen.
- Theoretische Physik, insgesamt 14 LP (10-15), davon ca. 1 LP für Geschichte der Physik
- Moderne Physik, insgesamt 16 LP (15-20), davon insbesondere 6 LP für Astrophysik sowie zwei Lehrveranstaltungen mit je 5 LP je nach der besonderen Expertise der auszubildenden Fachbereiche
- Anwendungen in Physik und Technik, insgesamt 10 LP (5-10)
- Natürlich kann die Aufteilung der LP's je nach örtlichen Vorgaben und Gegebenheiten davon auch abweichen (in Klammern sind wieder mögliche Bandbreiten angegeben). Es muss dann aber sehr genau überlegt werden, wo welche Inhalte wegfallen und welche an anderer Stelle ggf. hinzugefügt werden sollen.

In der **Fachdidaktik** sollten mindestens die folgenden Themenbereiche behandelt werden.

- Schülervorstellungen und Lernprozesse im Physikunterricht (2 LP)
- Motivation und Interesse an Physik (1 LP)
- Bildungsstandards und physikbezogene Kompetenzen (2 LP)
- Konzeptionen für den Physikunterricht (1 LP)
- Unterrichtsbezogenes Experimentieren (3 LP)
- Medien im Physikunterricht (1,5 LP)
- Physik erklären – Sprache und Repräsentationsformen im Physikunterricht (1,5 LP)
- Aufgabenkultur – Lern- und Leistungsaufgaben im Physikunterricht (2 LP)
- Planung und Analyse von Physikunterricht (4 LP)
- Natur der Naturwissenschaften – Wissenschafts- und Erkenntnistheorie zur Physik (2 LP)
- Forschungsbasierte physikdidaktische Vertiefung (4 LP)

Es wird vorgeschlagen, diese Themen als Studienelemente in 4 Modulen zu organisieren.

4. Empfehlungen zu speziellen Aspekten des Lehramtsstudiums

Abschließend folgt eine Liste wichtiger, bildungspolitischer Themen, die im Zusammenhang mit diesen Anregungen stehen.

1. Aus fachwissenschaftlicher Sicht sind 80-100 LP für den Erwerb der fachlichen Fähigkeiten in Physik unbedingt notwendig. Die Einführung zusätzlicher neuer Studieninhalte darf nicht zu Lasten der Fachausbildung in Physik geschehen – ganz gleich ob Physik als erstes oder zweites Fach studiert wird. Die derzeit vorgegebenen Leistungspunkte (LP) für die Fachausbildung sind bereits so knapp bemessen, dass bei einer weiteren Reduktion die erforderliche Qualität der Lehramtsausbildung im Fach Physik nicht mehr zu gewährleisten wäre.
2. Aus fachlicher Sicht ist die völlige Gleichwertigkeit von Erst- und Zweitfach Physik zu betonen. Wir appellieren daher dringend an die verantwortlichen Planer, auch im Zuge der aktuell in mehreren Ländern bevorstehenden Änderungen in der LA-Ausbildung (Praxissemester, Inklusion etc.) nicht von der bewährten, und in den meisten Bundesländern bislang gewährten Gleichwertigkeit von Erst- und Zweitfach Physik abzuweichen.
3. Für ein erfolgreiches Studium (innerhalb der Regelstudienzeit) ist in der Regel eine konzentrierte, 45 stündige Arbeitswoche erforderlich – kontinuierlich während 40 Wochen pro Jahr. Davon entfallen ca. 15 Std pro Woche auf den fachphysikalischen Teil und ca. 5 Std pro Woche auf die Fachdidaktik Physik.
4. Das setzt natürlich voraus, dass die Finanzierung des Lebensunterhalts der Studierenden gesichert ist – ohne dass sie neben dem Studium erwerbstätig sein müssen.
5. Das derzeit in mehreren Bundesländern eingeführte bzw. geplante (Schul-)Praxissemester kann zu erheblichen organisatorischen Problemen führen, die es zu berücksichtigen gilt. Auf keinen Fall darf die Herausnahme eines ganzen Semesters aus der laufenden universitären Lehramtsausbildung zu weiteren Einschnitten in das extrem knappe Studienkontingent der Fachwissenschaften führen.
6. Auch für erfahrende Physiklehrerinnen und -lehrer ist fortwährende Weiterbildung unverzichtbar. Sie muss endlich verpflichtend für alle Lehrkräfte werden.

Referenzen

Großmann, S., G. Berg, W. Demtröder, M. Euler, D. Fick, A. Haase, B. Kretschmer, R. Lehn, A. Müller, P. Richter, G. Sauer, H. Schecker, W. Schneider, E. Sumfleth, E. Umbach, K. Urban, M. Vollmer, M. Welzel, M. Wilkens und W. Zimmermann (2006); *'Thesen für ein modernes Lehramtsstudium im Fach Physik'*; Deutsche Physikalische Gesellschaft e.V. (DPG): Bad Honnef, Studien. http://www.dpg-physik.de/static/info/lehramtsstudie_2006.pdf

Korneck, F., J. Lamprecht, R. Wodzinski und H. Schecker (2010); *'Quereinsteiger in das Lehramt Physik – Lage und Perspektiven der Physiklehrausbildung in Deutschland'*; Deutsche Physikalische Gesellschaft e.V. (DPG): Bad Honnef, Studien. http://www.dpg-physik.de/veroeffentlichung/broschueren/studien/quereinsteiger_2010.pdf

Studie

Die Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V. (DPG), deren Tradition bis in das Jahr 1845 zurückreicht, ist die älteste überregionale und mit über 62.000 Mitgliedern auch größte physikalische Fachgesellschaft der Welt. Sie versteht sich als offenes Forum der Physikerinnen und Physiker und verfolgt als gemeinnütziger Verein keine wirtschaftlichen Interessen. Abiturienten und Lehrer sind in der DPG ebenso vertreten wie Studierende, Patentanwälte, Industrieforscher, Professoren und Nobelpreisträger. Weltberühmte Wissenschaftler waren zudem Präsidenten der DPG – so Max Planck und Albert Einstein.

Mit Tagungen und Workshops fördert die DPG den Gedankenaustausch innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft, physikalische Spitzenleistungen würdigt sie mit Preisen von internationaler Reputation wie der Max-Planck-Medaille für Theoretische Physik. Darüber hinaus engagiert sich die DPG auch in der politischen Diskussion. Themen wie Bildung, Forschung, Klimaschutz und Energiepolitik sind ihr dabei besonders wichtig. Sie unterstützt Schülerwettbewerbe wie „Jugend forscht“ und zeichnet – für herausragende Physikleistungen im Abitur – bundesweit Schülerinnen und Schüler aus.

Sitz der DPG-Geschäftsstelle ist das rheinische Bad Honnef. Hier liegt auch das „Physikzentrum“: Tagungsstätte der DPG und Treffpunkt für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus aller Welt. Seit ihrer Vereinigung mit der Physikalischen Gesellschaft der DDR im Jahre 1990 unterhält die DPG noch ein weiteres Forum: das Berliner Magnus-Haus. Regelmäßig finden dort wissenschaftliche Gesprächsrunden und öffentliche Vorträge statt.

Die DPG macht Physik öffentlich: Mit populärwissenschaftlichen Publikationen und öffentlichen Veranstaltungen beteiligt sie sich – zusammen mit anderen Wissenschaftsorganisationen und gemeinsam mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung – aktiv am Dialog zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit. Denn der DPG ist eines Herzenssache: allen Neugierigen ein Fenster zur Physik zu öffnen.

Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V.
Geschäftsstelle
Hauptstr. 5
53604 Bad Honnef
Telefon: 0 22 24 / 92 32 - 0
Fax: 0 22 24 / 92 32 - 50
E-Mail: dpg@dpg-physik.de
Internet: www.dpg-physik.de
www.weltderphysik.de