

## Physikdidaktik in Deutschland: Ergebnisse einer Umfrage der Europäischen Physikalischen Gesellschaft

Michael Vollmer

University of Applied Sciences Brandenburg, Germany

[vollmer@fh-brandenburg.de](mailto:vollmer@fh-brandenburg.de)

(Eingegangen: 12.05.2003; Angenommen: 18.08.2003)

### Kurzfassung

Aufgrund einer Initiative der Division of Education der europäischen physikalischen Gesellschaft (EPS) wurde eine europaweite Umfrage zur Physiklehrausbildung und Forschung in Bereich Fachdidaktik der Physik durchgeführt. Insgesamt wurden Fachleute in 30 Ländern befragt. Da in der Bundesrepublik bezüglich der Lehrerausbildung mit den 16 verschiedenen Regularien der Bundesländer quasi ein kleines Europa existiert, wurde zusätzlich jeweils mindestens ein Fachdidaktiker in jedem Bundesland befragt, um für Deutschland eine detaillierte Analyse vornehmen zu können. Insgesamt ergab sich in Deutschland ein Rücklauf von 22 Fragebögen aus den 16 Bundesländern. Die wesentlichen Ergebnisse der deutschen Umfrage werden im Zusammenhang mit früheren Studien und Empfehlungen zur Fachdidaktik vorgestellt.

### 1. Einleitung

Aufgrund einer Initiative der Division of Education der Europäischen Physikalischen Gesellschaft (EPS) [1] wurde eine europaweite Umfrage zur Physiklehrausbildung und Forschung in Bereich Fachdidaktik der Physik durchgeführt [2]. Neben Fragen zur Organisation der Physiklehrausbildung beschäftigte sich die Umfrage u.a. mit den Haupttätigkeiten der in der Physikdidaktik Tätigen, den Forschungstätigkeiten in diesem Bereich sowie den Beziehungen der Physikdidaktiker zu den Fachwissenschaftlern (im folgenden ist mit Physikdidaktiker bzw. Professor für Fachdidaktik Physik immer sowohl die weibliche als auch die männliche Form gemeint).

Praktisch wurde ein dreiseitiger Fragebogen entwickelt ([Abdruck in \[2\]](#)), der Ende 2001 an nationale Fachleute für Didaktik der Physik (physics education) der jeweiligen physikalischen Gesellschaften per email versendet wurde. Insgesamt wurden Fachleute in 30 Ländern angeschrieben. Diese Experten wurden von den nationalen physikalischen Gesellschaften benannt und an die Division of Education der European Physical Society weitergemeldet. Um die Zahl der Rückmeldungen zu steigern wurden weitere Fachleute, die im Jahr 2002 an der Tagung *Teaching physics: a European Confrontation* in Les Houches/Frankreich teilnahmen, ausgewählt. Diese Tagungsteilnehmer wurden ebenfalls von den nationalen physikalischen Gesellschaften benannt.

Da in der Bundesrepublik bezüglich der Lehrerausbildung mit den 16 verschiedenen Regularien der Bundesländer quasi ein kleines Europa existiert, wurde zusätzlich jeweils mindestens ein Fachdidaktiker in jedem Bundesland angeschrieben, um für Deutschland eine detaillierte Analyse vornehmen zu können. Die Auswahl erfolgte aus einer recht vollständigen, von Frau Heber zusammengestellten, Liste der Fachdidaktiker an deutschen Hochschulen [3] bzw. einer Internetübersicht deutscher Fachdidaktiker [4]. Insgesamt ergab sich nach teilweise mehrfacher Erinnerung ein Rücklauf von 25 Fragebögen aus 22 Ländern in Europa (ohne Deutschland)

sowie 22 Fragebögen aus den 16 Bundesländern in Deutschland. An dieser Stelle seien die wesentlichen Ergebnisse der deutschen Umfrage im Zusammenhang mit früheren Studien und Empfehlungen zur Fachdidaktik dargestellt. Für die Auswertung wurden alle Bundesländer gleich gewichtet, d.h. die maximale Zahl von Nennungen pro möglicher Antwort ist jeweils 16. Die Ergebnisse unterscheiden sich abgesehen von Details nicht prinzipiell von denen der europäischen Umfrage [2].

HINWEIS: Die folgenden Ergebnisse beruhen auf den Individualmeinungen der angeschriebenen Personen. Zwar sollten diese Fachleute stellvertretend für ihr Bundesland antworten, die Antworten sind aber sicher teilweise auch durch persönliche Wahrnehmung und Interpretation geprägt. Dies wird sowohl in der deutschen als auch der internationalen Studie deutlich, wenn verschiedene Stellungnahmen aus demselben Bundesland bzw. Land zu leicht unterschiedlichen Ergebnissen führen. Da aber für die deutsche Umfrage immerhin etwa ein Drittel aller bekannten Physikdidaktiker (gemäß [3] bzw. [4]) in die Studie einbezogen wurden, sollten die Ergebnisse zumindest sinnvolle Anhaltspunkte für eine Verallgemeinerung geben und tendenziell die Situation in Deutschland widerspiegeln. In diesem Sinn wurden die Expertenaussagen in der Auswertung jeweils für ihr Bundesland gewertet. Wörtliche Zitate werden im folgenden *kursiv* markiert. Persönliche Meinungen oder Kenntnisse des Autors im Zusammenhang mit der Interpretation der Ergebnisse werden auch *kursiv* markiert und gekennzeichnet.

### 2. Vorbemerkungen zur Situation der Physikdidaktik in Deutschland

In Deutschland kann an 59 Universitäten Physik studiert werden [5] (Liste aller Hochschulen in Deutschland, siehe [6]). An den meisten dieser Universitäten ist auch ein Lehramtsstudium (LA) Physik für das Gymnasium möglich, im WS 01/02 wurde beispielsweise an 54 der genannten 59 Universitäten für das Lehramt an Gymnasien immatrikuliert. Be-

rücksichtigt man die Pädagogischen Hochschulen in Baden Württemberg sowie die Universitäten, die nur für das Lehramt Physik (auch Grund-, Haupt- und Realschule) aber nicht für das Diplom ausbilden und die in obiger Zusammenstellung fehlen, kann man von etwa 70 Hochschulen mit Physiklehrerausbildung in Deutschland ausgehen.

Davon weisen allerdings nur gut die Hälfte bis etwa 60% einen besonderen Bereich Didaktik der Physik aus. Dieser wird häufig durch Professuren (im Rahmen dieser Arbeit wird nicht zwischen C3-Professuren und C4 Lehrstuhlinhabern unterschieden, der Einfachheit halber werden beide unter Professuren zusammengefasst) teilweise aber auch nur durch den akademischen Mittelbau (Ratsstellen) und Einsatz von Lehrbeauftragten getragen.

Viele der Professuren und Lehrstühle für die Physikdidaktik wurden im Rahmen der Neuorientierung der Lehrerausbildung bzw. durch die Eingliederung der Pädagogischen Hochschulen in die Universitäten in den 70-er Jahren eingerichtet. Je nach Stellenwert der Physikdidaktik (Mittelbau, C3 oder C4-Stellen) gibt es große Unterschiede in den personellen und sächlichen Ressourcen. In einigen Bundesländern gibt es beispielsweise fast keine C4-Stellen für Physikdidaktik. Eine noch unvollständige Übersicht über die Bereiche der Fachdidaktik Physik an deutschen Hochschulen findet sich im Internet [4].

Die Ausbildung von Physiklehrern umfasst einen fachlichen Anteil und einen fachdidaktischen Anteil. Selbstverständlich wird der fachliche Anteil im wesentlichen von Professoren aus der Physik vermittelt. Ebenso selbstverständlich sollte es aber auch sein, dass der lehrerspezifische fachdidaktische Anteil in der Hand von auf Physikdidaktik spezialisierten Professoren liegt. Dies ist aber (siehe oben) nur bei etwa der Hälfte aller Hochschulen der Fall. Offensichtlich werden zukünftige Physiklehrer in fachdidaktischen Fragen an vielen Universitäten nicht von Spezialisten für Physikdidaktik ausgebildet sondern von interessierten bzw. abgeordneten Physikern.

Die Physikdidaktikprofessuren sind in Deutschland zum überwiegenden Teil in den Physikfachbereichen angesiedelt und zu einem kleinen Teil in den Erziehungswissenschaften. Diese Tatsache ist bedeutend, wenn es um Ressourcenverteilung geht (siehe unten).

### 3. Ausgewählte Ergebnisse der Umfrage

#### 3.1 Aufgabenbereiche der Physikdidaktik

Die Tätigkeitsbereiche in der physikdidaktischen Ausbildung und Forschung lassen sich durch die Abb. 1 – 3 zusammenfassen. Abb. 1 zeigt zunächst die typischen Lehrgebiete. In allen 16 Bundesländern wird selbstverständlich von den Professoren für Fachdidaktik für Lehramtskandidaten auch das Lehrgebiet Fachdidaktik angeboten. In neun Bundesländern wird auch das Fach Physik gelehrt, während die Lehre der allgemeinen Didaktik üblich und sinnvollerweise in den Erziehungswissenschaften bzw. an den Pädagogischen Hochschulen angesiedelt ist.

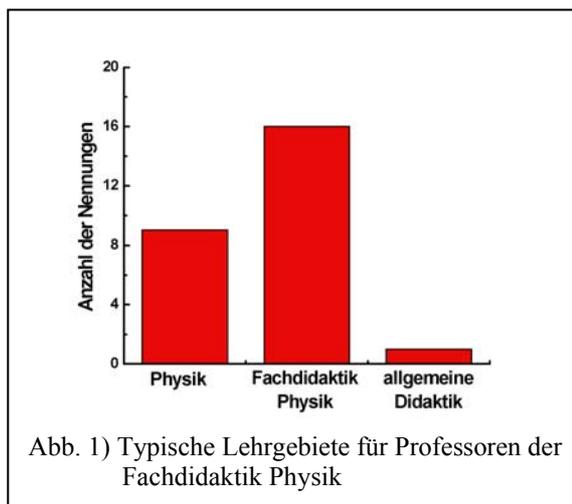


Abb. 1) Typische Lehrgebiete für Professoren der Fachdidaktik Physik

Abb. 2 unterscheidet die verschiedenen Lehraktivitäten entsprechend den Adressaten. Neben den Veranstaltungen für Studenten mit Lehramt Physik nehmen auch Massnahmen der Lehrerweiterbildung (seien es Veranstaltungen an der Universität oder in Fortbildungszentren) sowie Besuche in den Schulen, d.h. vor Ort der Schulbildung in Physik, eine grosse Rolle ein.

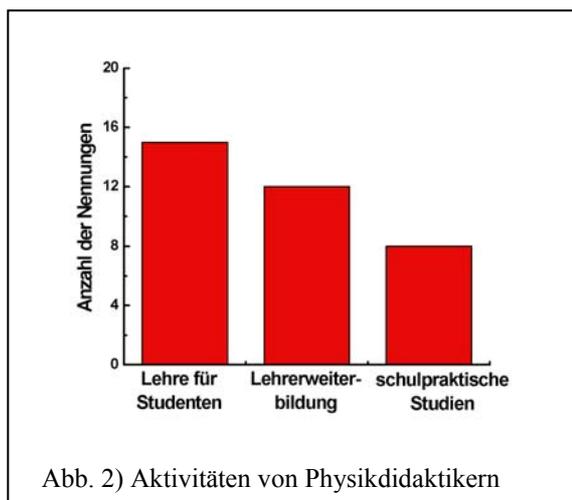
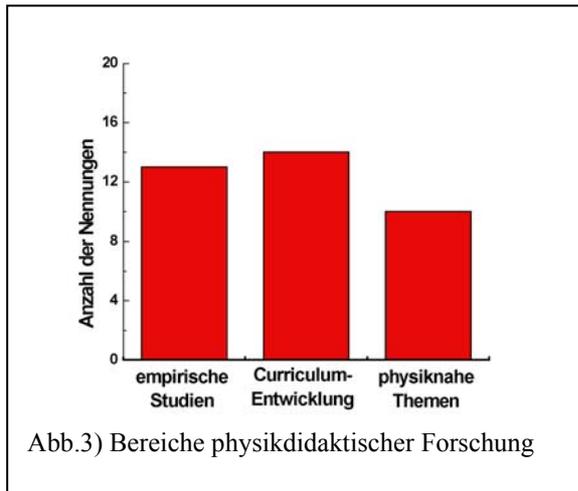


Abb. 2) Aktivitäten von Physikdidaktikern

*Eine der wesentlichen Aufgaben zur Fortentwicklung des Physikunterrichts ist physikdidaktische Forschung. Gute Lehre setzt gute Forschung voraus (englischer Terminus: physics education research) (Anm. d. V).* Grob lassen sich diese Aktivitäten drei Forschungsfeldern zuordnen. Abb. 3 zeigt, dass neben Forschungen zur Curriculumentwicklung und empirischen Studien (z.B. zur Unterrichtspraxis, zum Test neuer Konzepte und Methoden oder beispielsweise nationale und internationale Vergleichsstudien wie TIMMS oder PISA) insbesondere auch am Fach Physik orientierte Forschungen (z.B. Elementarisierung neuer physikalischer Sachverhalte, Entwicklung neuer Experimente etc.) genannt werden.

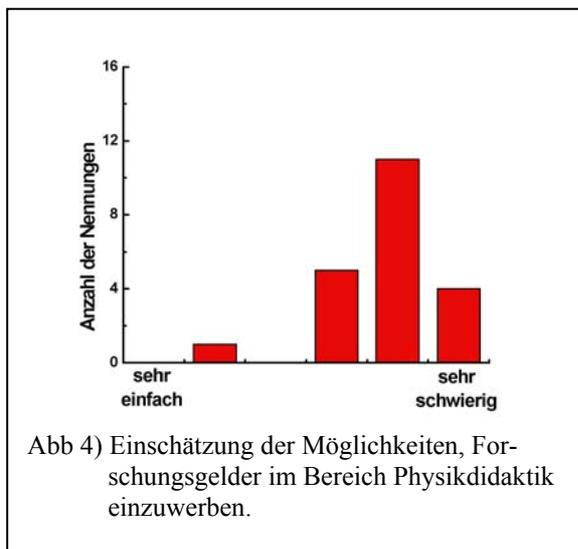


Diese drei Forschungsfelder können sowohl in Europa [2] aber insbesondere in Deutschland als wesentliche Standbeine physikdidaktischer Forschung verstanden werden. Weitere Bereiche sind z.B. die Integration von Geschichte und Philosophie der Naturwissenschaften im Unterricht oder die Entwicklung eines Fernstudiums in Physik.

### 3.2 Physikdidaktische Forschung

Das Engagement der Physikdidaktik im Bereich Forschung ist allerdings durch einige Randbedingungen stark eingeschränkt. Neben zeitlichen und personellen Problemen (siehe Diskussion unten) hat physikdidaktische Forschung Finanzierungsprobleme, d.h. es ist sehr schwer Forschungsgelder zu acquirieren.

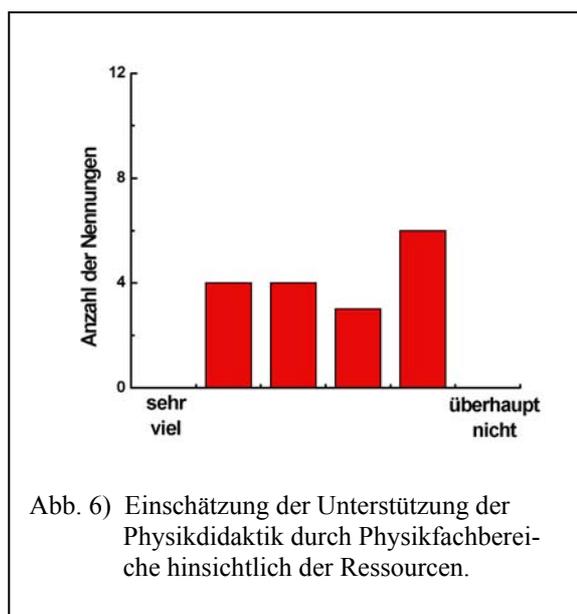
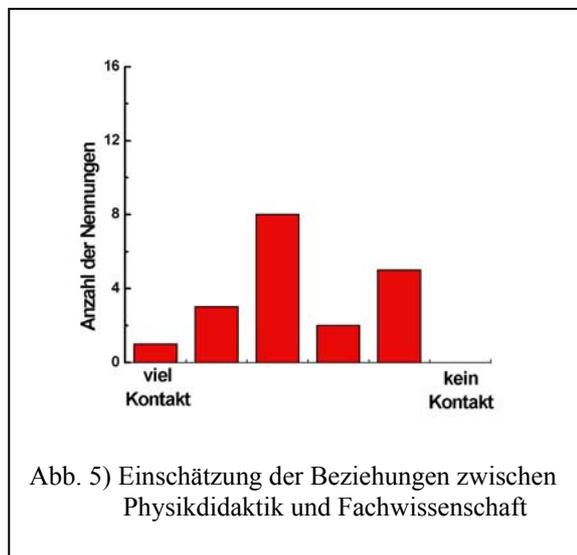
Abb. 4 zeigt die Einschätzungen der deutschen Fachleute der einzelnen Bundesländer bezüglich der Möglichkeiten, Forschungsgelder für Projekte im Bereich der Physikdidaktik einzuwerben. Bis auf eine Ausnahme wird das Einwerben von Forschungsgeldern in diesem Themenbereich als schwierig bis sehr schwierig eingeschätzt.



Die schlechten Forschungsmöglichkeiten spiegeln sich auch direkt in den kleinen Zahlen von Promotionen in Physikdidaktik wieder. In den letzten Jahren gab es typisch zwischen 5 – 8 Promotionen pro Jahr im gesamten Bundesgebiet [7]. Setzt man diese ins Verhältnis zu den Promotionszahlen des Fachs Physik von um 1400 - 1500 pro Jahr [8] wird die Randständigkeit der fachdidaktischen Forschung offensichtlich.

### 3.3 Verhältnis Fachdidaktik Physik zur Physik

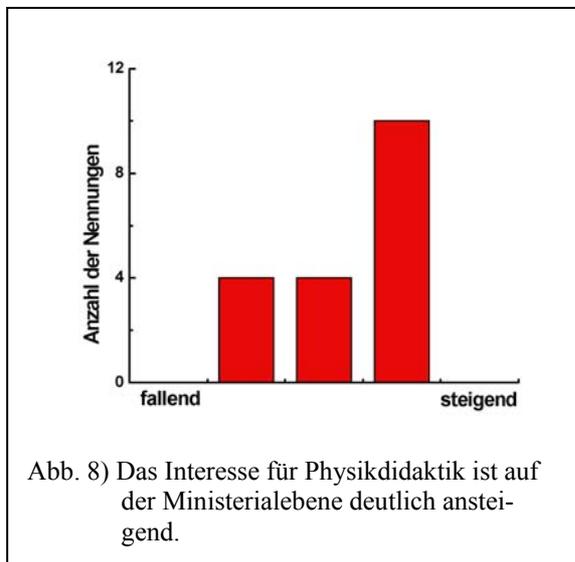
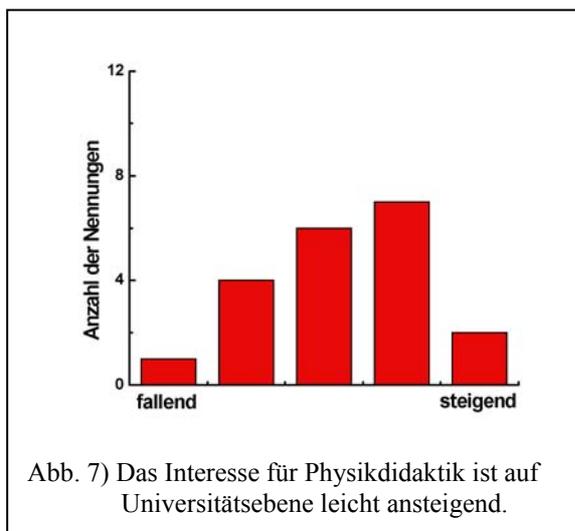
Weitere Fragen untersuchten die Stellung der Fachdidaktik zur Fachwissenschaft. Abb. 5 und 6 zeigen die Einschätzungen der Didaktikfachleute bezüglich des Verhältnisses zur Fachwissenschaft. Offensichtlich besteht vielerorts – ob ein- oder beidseitig motiviert sei hier zunächst nicht von Belang – wenig Interesse an einem intensiven Kontakt (Abb. 5).



Das sich in Abb. 5 grösstenteils zeigende Desinteresse an intensivem Kontakt, der ja eine Grundvoraussetzung für fruchtbare Diskussionen und ggf. gemeinsame Projekte wäre, scheint darauf hinzuweisen, dass die Physikdidaktik der Fachwissenschaft (und umgekehrt) doch fremder ist, als es unterschiedliche Fachrichtungen innerhalb der Physik zueinander sind. Gleichzeitig tritt in den Fällen, in denen die Physikdidaktik im Fachbereich Physik beheimatet ist, auch eine Konkurrenz um Ressourcen auf (Anm. d. V.). Abb. 6 zeigt die Verteilung der Einschätzungen auf die Frage, ob die Physik-Fachbereiche Arbeitsgruppen der Physikdidaktik unterstützen hinsichtlich personeller und sonstiger Ressourcen. Auf der 6-stufigen Skala findet sich eine breite Verteilung, die einen Trend zu wenig Unterstützung zeigt. Häufig wurde bei positiver Bewertung darauf hingewiesen, dass diese Frage von Fachbereich zu Fachbereich sehr stark variiert, d.h. hier kommen persönliche Kontakte stark zum Tragen.

### 3.4 Interesse für die Physikdidaktik

Letztlich wurde eine Einschätzung des politischen Interesses auf Universitäts- und Ministerialebene erfragt. Abb. 7 und 8 zeigen relativ breite Verteilungen der Antworten, wobei aus der Sicht der Antwortenden insgesamt ein steigender Trend zu verzeichnen ist, *sicherlich im wesentlichen mit beeinflusst durch die Ergebnisse der internationalen TIMS- und PISA-Studien (Anm. d. V.).*



lungen der Antworten, wobei aus der Sicht der Antwortenden insgesamt ein steigender Trend zu verzeichnen ist, *sicherlich im wesentlichen mit beeinflusst durch die Ergebnisse der internationalen TIMS- und PISA-Studien (Anm. d. V.).*

## 4. Diskussion

Eine kritische Diskussion der Situation der Fachdidaktik im Licht der Resultate der Umfrage soll anhand von fünf Themen durchgeführt werden:

- Arbeitsbelastung der Fachdidaktiker im Vergleich zu Fachphysikern
- Einwerben von Forschungsgeldern
- Beziehung zwischen Fachdidaktik und Fachwissenschaft
- Personeller Status quo und Nachwuchssituation der Fachdidaktik
- Ausblick

### 4.1. Arbeitsbelastung von Fachdidaktikern

Im Gegensatz zu Fachphysikern fristen Fachdidaktiker an vielen Hochschulen ein Einzelkämpferdasein, denn an den meisten Hochschulen gibt es nur eine C4- oder C3-Professur für Fachdidaktik der Physik, mancherorts ist die Didaktik auch nur durch eine akademische Ratsstelle vertreten. Neben der oben beschriebenen Vielfalt der Lehrtätigkeiten (Lehre für Studenten, Lehrerfortbildung, Schulbesuche) sind Fachdidaktiker üblicherweise die Gutachter für Staatsexamensarbeiten in Physik am Fachbereich. Darüber hinaus sind sie – dies allerdings von Fachbereich zu Fachbereich stark variierend - auch Zweitgutachter für Diplomarbeiten und gelegentlich auch Dissertationen in der Physik und sollen manchmal in Habilitationskommissionen die pädagogische Eignung der Kandidaten beurteilen. *Neben der als Einzelkämpfer notwendigen Mitarbeit in den akademischen Gremien, insbesondere dem Fachbereichsrat und ggf. Leitung eines Instituts/Bereichs für Fachdidaktik sind Fachdidaktiker auch Ansprechpartner des Ministeriums und werden häufig in entsprechenden Landeskommissionen oder Gremien zur Lehrerbildung tätig. Fachdidaktiker sind zusätzlich permanent für die Planung und Durchführung von mehreren Lehrerfort- und -weiterbildungen pro Jahr verantwortlich. Häufig haben die Professuren zur Fachdidaktik aber schlechtere Sekretariatsressourcen, so dass viele administrative Aufgaben, z.B. gerade auch die Organisation von Lehrerfortbildungen zusätzliche Arbeitszeit in Anspruch nehmen. Bedenkt man letztlich, dass Fachdidaktiker an ihren Hochschulen sehr häufig eine höhere Lehrbelastung als die für Fachphysiker üblichen 8SWS haben, um zumindest ein notwendiges Mindestmass an fachdidaktischen Lehrveranstaltungen qualifiziert anbieten zu können, erscheint es durchaus gerechtfertigt davon auszugehen, dass viele Fachdidaktiker schon ohne Forschung eine höhere Arbeitsbelastung gegenüber entsprechenden Fachkollegen aufweisen. Da sie sich als Einzel-*

*kämpfer auch nicht einfach durch Kollegen vertreten lassen können und die für die Lehramtsausbildung erforderlichen Veranstaltungen auch abgedeckt werden müssen, ist auch die Durchführung von Forschungsfreiemestern erschwert. Eine offensichtliche Konsequenz ist, dass bei begrenztem Zeitbudget der verfügbare Anteil für Forschung kleiner ausfallen muss (Anm. d. V.).*

Die hohe Arbeitsbelastung ist auch in anderen europäischen Ländern spürbar. So wurde beispielsweise in einem Fragebogen-Kommentar aus Belgien angegeben, dass Professoren für Didaktik der Physik (physics education), viele andere Aufgaben neben der eigentlichen Fachdidaktik übernehmen müssen. Der Wissenschaftsrat hat 2001 in einer Stellungnahme zur Lehrerausbildung [9] einen weiteren Aspekt hervorgehoben. Aufgrund der gegenwärtigen Ressourcen-Situation ist *„die Fachdidaktik ... mehr als andere Disziplinen von der im Einzelfall bestandsbedrohenden Gefahr der Umdisposition von Professuren und Personalressourcen betroffen. Dies führt zu einer außergewöhnlichen Arbeitsbelastung für die verbleibenden Professuren, die für die dringend erforderliche Forschung nur wenig Raum lässt und schon deshalb die Ausbildung eines leistungsfähigen wissenschaftlichen Nachwuchses systematisch erschwert.“*

#### **4.2. Einwerben von Forschungsgeldern**

Bezüglich erfolgreicher Einwerbung von Forschungsgeldern in der Fachdidaktik müssen die wichtigsten Gebiete fachdidaktischer Forschung getrennt diskutiert werden. In den Kommentaren zur Umfrage zeigt sich, dass empirische Forschungen in der Fachdidaktik durchaus gefördert werden. Dagegen haben Forschungen zur Curriculum-Entwicklung sowie physiknahe fachdidaktische Forschung praktisch keine Chance auf Förderung.

Diese Einschätzungen der Fachleute werden auch gestützt durch eine Untersuchung des Wissenschaftsrats [9]. Dabei wurde festgestellt dass nach Angaben der DFG für das Berichtsjahr 1999 auf das Fachgebiet Erziehungswissenschaften, Pädagogik und Fachdidaktik nur ein sehr geringer Anteil der DFG-Forschungsfördermittel entfällt. *„Im Rahmen der Allgemeinen Programme, die vor allem das Normal- und das Schwerpunktverfahren sowie die verschiedenen von der DFG angebotenen Stipendienprogramme umfassen, wurden nur 3,9 % der im Wissenschaftsbereich Geistes- und Sozialwissenschaften insgesamt bewilligten Mittel für den Ausschuss Pädagogik vergeben. Auch die beiden Programme Graduiertenkollegs und Sonderforschungsbereiche wurden in geringem Maße für Forschung im Bereich Erziehungswissenschaft, Lehr-Lernforschung oder Fachdidaktik in Anspruch genommen....“*

*Bezogen auf die Zahl der Professoren haben Erziehungswissenschaft und Fachdidaktik im Jahr 1999*

*DFG-Drittmittel im Volumen von lediglich 11.000 DM pro Professor eingeworben.*

*Gemessen an der durchschnittlichen Bewilligungssumme im Bereich Geistes- und Sozialwissenschaften (ca. 40.500 DM) liegt die DFG-Drittmittelaktivität der Wissenschaftler im Bereich Erziehungswissenschaften und Didaktik somit weit unter dem Durchschnitt. ...*

*Wissensgesellschaften sind auf belastbare Forschungsergebnisse zur Wissensverwendung und -vermittlung angewiesen. Der Wissenschaftsrat spricht der Fachdidaktik unabhängig von ihrer Bezeichnung in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle zu. Er empfiehlt, den ausschließlichen Bezug der Fachdidaktik auf Schulfächer aufzugeben und den Forschungsansatz in Richtung auf allgemeinere Problemstellungen der Wissensverwendung und -vermittlung weiterzuentwickeln.“*

Die Ursache für die geringen Fördermittel im Bereich der Fachdidaktik sowie die Tatsache, dass nur empirische Projekte Förderchancen haben, erschliessen sich direkt aus dem Papier des Wissenschaftsrats. Förderanträge der Fachdidaktik – unabhängig von der Fachrichtung – werden in den Wissenschaftsbereich der Geistes- und Sozialwissenschaften eingegliedert. Das entsprechende Fachgebiet Erziehungswissenschaften, Pädagogik und Fachdidaktik wird somit klarerweise von Forschern begutachtet, für die Forschung mit empirischen Methoden durchgeführt wird. Anträge aus den Bereichen der Fachdidaktiken, d.h. auch der Fachdidaktik Physik werden somit verglichen mit den Forschungsanträgen aus dem Bereich der Erziehungswissenschaften und Pädagogik. Da in diesem Bereich gegenüber der Physik andere Methoden und auch eine andere Wissenschaftssprache benutzt werden ist insofern verständlich, dass fachnahe Forschungsarbeiten bei der Begutachtung keine Chance auf Förderung haben, sofern sie nicht den Schwerpunkt der Forschungstätigkeiten durch empirische Studien begründen.

Zwar gibt es für fachnahe fachdidaktische Anträge an die DFG auch einen Sondergutachter aus dem Bereich der Fachdidaktik Physik, der dem Fach näher steht, dieser kann jedoch ohne weiteres überstimmt werden. *Aus Frustration und/oder dem Wissen ob dieser Situation mit der extrem hohen Wahrscheinlichkeit eines Negativbescheids stellen viele Fachdidaktiker überhaupt keine fachnahen DFG-Anträge mehr (diese Tatsache ist mir aus persönlichen Miteilungen von mehreren Kollegen bekannt) (Anm. d. V.).*

Diese Situation – d.h. schlechte Förderung physikdidaktischer Forschungsanträge – ist wieder nicht nur für Deutschland typisch, sondern in vielen Ländern Europas zu finden [2].

Die Tatsache, dass physiknahe physikdidaktische Forschung nicht gefördert wird, steht übrigens im krassen Widerspruch zu den tatsächlich an den Hochschulen durchgeführten Staatsexamensarbeiten. Diese stellen für viele Lehramtsstudenten die einzige

wissenschaftsnahe Beschäftigung mit der Physik dar. Eine sehr grosse Zahl befasst sich mit physiknahen Themen wie z.B. physikdidaktischen Aspekten des Sports (z.B. Klettern), physikalischen Freihandversuchen, dem Nachbau historischer Experimente, der Entwicklung von Messstationen (z.B. Beschleunigung), der Elementarisierung neuer moderner technischer Sachverhalte, der Entwicklung von Programmen zur digitalen Messwerterfassung, der computergestützten Videoanalyse von Bewegungen uvm.

Ausserdem gab es in den letzten Jahren auch immer wieder sehr gute Doktorarbeiten zu physiknahen Themen wie der Entropie, Chaos und Fraktalen, der Elementarteilchenphysik oder z.B. Medizinphysik. In solchen Arbeiten geht es dann beispielsweise um Elementarisierung, Einsatz und Erprobung im Unterricht.

### 4.3 Beziehung zwischen Fachdidaktik und Fachwissenschaft

Das in den Abbildungen 5 und 6 dargestellte Verhältnis zwischen Fachdidaktik Physik und Fachphysikern wurde in den Antworten zum Fragebogen auch kommentiert. Der Grad der Unterstützung der Fachdidaktik ist von Fachbereich zu Fachbereich unterschiedlich, jedoch liegt überwiegend sehr wenig Unterstützung vor. Bezüglich der generellen Einstellung zur Fachdidaktik wurde angemerkt, dass Fachphysiker i.a. dem naiven Glauben nachhängen, dass die einzige Voraussetzung um ein guter Lehrer zu werden die ist, ein exzellenter Physiker zu sein. Unter diesem Aspekt wird klar, dass fachdidaktische Forschung unter Fachphysikern mit Vorurteilen behaftet ist und wenig Anerkennung findet. Fachphysiker erwecken leicht den Anschein, alles zu wissen, wie folgender Kommentar belegt: *„Research scientists in general stick to the naive belief, that being an excellent physicist is the only prerequisite for becoming a good teacher. Research in physics education has a bad reputation among physicists. As these people know everything by profession, they do not see the need for research.“* Da die Fachphysiker (durch ihren Beruf) alles besser wissen, sehen sie schlichtweg keinen Bedarf für fachdidaktische Forschung. Aufgrund dieser Kommentare erscheint verständlich, dass die Physikdidaktik, sofern sie im Fachbereich Physik angesiedelt ist, häufig die erste Position ist, wenn es darum geht, Stellen zu streichen.

Auch Merzlyn [10] beschrieb kürzlich die Situation der Fachdidaktik Physik bei enger Bindung an die Fachwissenschaft Physik. Seiner Meinung nach gibt es mehrere Hauptpunkte.

- Fachdidaktiker haben eine andere Vorstellung vom Lehramtsstudiengang als Physiker
- sie konkurrieren mit den Fachwissenschaftlern immer um Studenten
- sie nehmen Schwächen fachwissenschaftlicher Lehre wahr

- sie werden durch ihre von den Fachphysikern abweichende Karriere als nicht gleichwertig angesehen.

Auch Merzlyn sieht als Konsequenz ein gestörtes Verhältnis und auf Seiten der Fachdidaktik permanent personelle Rückzugsgefechte, da in Bezug auf personelle Ressourcen praktisch immer Stellenstreichungen zugunsten der Fachwissenschaft erfolgen. Ein problematisches Verhältnis konstatiert auch der Wissenschaftsrat [9]: Das Verhältnis der Fachdidaktik zu den korrespondierenden Fachwissenschaften sei in weiten Teilen prekär.

*„Kritisch bis hin zur Bestandsgefährdung ist darüber hinaus das Verhältnis von Fachdidaktik zu Fachwissenschaft. Im Ressourcenkonflikt zwischen dem Fach und seiner Didaktik setzt sich häufig das Fach durch. Die Fachdidaktik ist deshalb mehr als andere Disziplinen von der im Einzelfall bestandsbedrohenden Gefahr der Umdisposition von Professuren und Personalressourcen betroffen.“*

Die Lage ist nicht spezifisch für Deutschland. Europaweit beklagen sich Fachdidaktiker der Physik, wie sich zum Beispiel in den Ergebnissen der Studie der EPS ergab. Ein Auszug einiger kritischer Kommentare (PE= physics education, PER= physics education research):

In Belgien wird kritisiert, dass ein Teil der Physikprofessoren fachdidaktische Forschung als nutzlos (*useless*) ansieht. Als Begründung wird angegeben, dass die Fachphysiker selbst so gut lehren, dass jeder Student alles versteht.

Selbst wenn dies stimmen würde bleibt offen, ob eine gute Vermittlung von Fachwissen gleichzeitig auch dazu führt, dass die Studenten selbst gute Vermittler von Wissen werden. Ähnlich gibt es in Frankreich den allgemeinen Konsens unter Fachphysikern, dass PE nicht nützlich ist. Diese Idee hängt damit zusammen, dass die Karriere eines Physikers von der Publikationsrate abhängt und nicht von Anstrengungen zur Verbesserung der Lehre.

In Polen sehen viele Fachphysiker eine Doktorarbeit in physikdidaktischer Forschung als unvorstellbar (*inconceivable*) an. Sowohl der Doktorand als auch der Betreuer müssen sehr stark und durchsetzungsfähig sein, d.h. eine dicke Haut haben.

Auch in Italien haben Forscher im Bereich PER viele Probleme hinsichtlich ihres beruflichen Weiterkommens. Um dieses nicht zu gefährden beginnen sie üblicherweise mit Forschungen in anderen Gebieten der Physik ehe sie sich der Fachdidaktik zuwenden können. Aus Schweden wurde kommentiert, viele Fachphysiker würden glauben, PE produziere Physiklehrer, anstelle PE als integralen Bestandteil ihrer Fachdisziplin zu verstehen. Auch in den Niederlanden werden Didaktikgruppen ähnlich zu Deutschland nicht als reguläre Forschungsgruppen angesehen.

Vor diesem Hintergrund ist verständlich, dass die Fachdidaktik der Physik es sehr schwer hat, ein gutes und fundiertes Selbstvertrauen und auch wis-

senschaftliches Selbstverständnis einer eigenständigen Disziplin gegenüber der Fachwissenschaft aufzubauen.

Dass es auch anders geht zeigt das Beispiel von England: Hier sind Lehrerausbildung und Fachdidaktik sehr stark getrennt von der Fachwissenschaft Physik; als Konsequenz wird konstatiert, dass es keine Feindschaft gäbe sondern schlicht und einfach keine Kontakte/ oder Wechselwirkungen. Ob diese Alternative nun attraktiv ist, sei dahingestellt.

Zusammenfassend kann auf europäischer wie auf deutscher Ebene ein problematisches Verhältnis zwischen Fachwissenschaft und Fachdidaktik festgestellt werden. Dies wurde teilweise auch schon in früheren Untersuchungen des European Physics Education Network (EUPEN) konstatiert. Demzufolge gebe es eine fehlende Kommunikation zwischen den beiden getrennten Gruppen der Fachwissenschaftler und der Fachdidaktiker [11]. Gefühlsmäßig wurden die Probleme darauf zurückgeführt, dass jede Gruppe die Themen und Methoden der anderen Gruppe nicht richtig anerkennt und/oder versteht.

#### 4.4. Personeller Status quo und Nachwuchssituation der Fachdidaktik

Die Fachdidaktik fristet ein Schattendasein, gemessen an den ihr zugeordneten Aufgaben, und sie hat ein niedriges Ansehen [10]. Die wichtigsten gegenwärtigen Probleme der Fachdidaktik der Physik sind neben der fehlenden Anerkennung der Fachwissenschaft die gegenwärtigen personellen Schwächungen durch Stellenstreichungen bzw. die Stellenabwertungen von C4 auf C3 in praktisch allen Bundesländern, der Aus- bzw. Aufbau einer anerkannten Forschung in allen physikdidaktischen Bereichen sowie – eng damit verknüpft - die Nachwuchsförderung. Dies wurde auch prägnant durch den Wissenschaftsrat formuliert [9]. Es wird von einer bestandsbedrohenden Gefahr der Umdisposition von Professuren und Personalressourcen gesprochen. Ferner lässt die außergewöhnliche Arbeitsbelastung für die verbleibenden Professuren nur wenig Raum für die dringend erforderliche Forschung und erschwert schon deshalb die Ausbildung eines leistungsfähigen wissenschaftlichen Nachwuchses systematisch.

Zusätzlich wird der Nachwuchs für die Fachdidaktik mit einem Übermaß an Qualifikationsanforderungen konfrontiert. In Bayern gibt es nach dem Hochschulergesetz beispielsweise folgende Einstellungs-voraussetzungen für eine Professorenstelle in der Fachdidaktik Physik: 1. und 2. Staatsexamen in Physik, drei Jahre Schulerfahrung nach dem 2. Staatsexamen sowie eine Promotion und Habilitation. In Ausschreibungstexten wird zudem häufig gefordert, dass Fachdidaktiker neben fundierter wissenschaftlicher Ausbildung im Fach und Veröffentlichungen im Bereich der Fachdidaktik z.B. in der Lehr-Lern-Forschung noch zusätzliche Qualifikationen im Bereich Pädagogik, Wissenschaftstheo-

rie, Psychologie und Gesellschaftswissenschaften nachweisen sollen.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt deshalb, die Vielfalt der Qualifikationsanforderungen im Rahmen der gegenwärtigen Rekrutierungspraxis zu überdenken mit dem Ziel, den Zugang für Nachwuchswissenschaftler verschiedener Disziplinen zu öffnen und attraktiver zu gestalten. Eine gezielte Nachwuchsförderung scheint in diesem Bereich dringend geboten.

*All diese Probleme sind miteinander verwoben. So führt eine Reduzierung der Stellen zwangsläufig auch zu einer Reduzierung der ohnehin kleinen Zahlen von Promotionen (siehe oben) und Habilitationen. Dem könnte andererseits durch eine Verbesserung der Forschungsmöglichkeiten gegengesteuert werden (Anm. d. V.).*

#### 4.5. Perspektiven / Ausblick

Die Perspektiven für die Fachdidaktik Physik aufgrund der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung sollen hinsichtlich folgender Themenbereiche diskutiert werden: politische Trends, Ausstattung der Lehrstühle, Forschungs- und Nachwuchsförderung, Arbeitsbelastung und Bezug zu den Fachwissenschaften. Die schnellsten Veränderungen resultieren immer aus politischem oder sonstigem Druck.

##### a) politische Trends

*In den letzten 10 Jahren gab es erheblichen politischen Druck im Bereich des Bildungssystems in den Naturwissenschaften und insbesondere auch der Physik. Zum einen ist dies auf die Ergebnisse der internationalen Vergleichsstudien TIMMS und PISA zurückzuführen, zum anderen mussten die Hochschulen in vielen Ländern in den 90-er Jahren erhebliche Rückgänge der Studienanfängerzahlen für Physikdiplom und Lehramt verzeichnen (Anm. d. V.). Insbesondere der fehlende Nachwuchs führte zu einer Vielzahl von Initiativen, die sich zum einen an Schüler direkt, zum anderen an Lehrer richteten. Dazu zählen beispielsweise viele Aktivitäten im Rahmen des Programms Physik für Schüler und Schülerinnen (der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung [12] in Zusammenarbeit mit der DPG) wie Saturday morning physics, Schülertage an Universitäten, Sommeruniversitäten für Mädchen, Veranstaltungen im Rahmen des Jahres der Physik, die Initiative Physics on Stage [13], Networking [14] uvm. Dazu kamen politische Aktivitäten der DPG und der EPS im Rahmen von Konferenzen zum Thema *Securing the Future of Physics* oder *Teaching Physics - A European Confrontation*. Derzeit wird das *World Year of Physics* im Jahr 2005 geplant.*

An vielen dieser Aktivitäten sind Fachdidaktiker, oft auch gemeinsam mit Fachwissenschaftlern beteiligt. Generell lässt sich auch aus den Ergebnissen der vorliegenden Umfrage konstatieren, dass das politische Interesse an der Ausbildung von Lehramtsstudenten und an Fachdidaktik allgemein wächst. Allerdings wurden auch sehr kritische Kommentare

abgegeben. Zur Zeit gibt es zwar ein ansteigendes Interesse wegen TIMSS und PISA, d.h. die Wichtigkeit der Didaktik wird immer stärker erkannt, gleichzeitig sinkt aber die Anzahl der Wissenschaftler im Bereich Fachdidaktik sehr rasch (*the importance of physics education is more and more recognized but the number of scientists working in the field of didactics diminishes rapidly*). Ein anderer Fachmann betonte: das Interesse wächst, die Forschungsförderung aber nicht (*interest growing, but funding not*). Ähnlich wurde an anderer Stelle erwähnt, dass in Universitäten zwar das Interesse gestiegen sei, dieses würde aber sofort zusammenbrechen, sobald es um Ressourcenverteilung geht (*on a general level, interest has increased; but as soon as mit comes to financial decisions about providing a suitable working base for the physics education department the interest breaks down*).

Als Ausnahme ist Sachsen zu nennen. In diesem Bundesland ist erfreulicherweise eine Besserung im Sinne einer Umkehr einer für die Didaktik sehr ungünstigen früher erfolgten Entscheidung zu sehen: die Aufhebung der prinzipiellen Wiederbesetzungssperre von Fachdidaktikstellen durch das Ministerium ist erfolgt.

#### **b) Anforderungen an Ausstattung der Professuren, Forschungs- und Nachwuchsförderung, Arbeitsbelastung**

Der Wissenschaftsrat [9] hat bzgl. der Fachdidaktiken folgenden Anforderungskatalog zusammengestellt: „... in der Fachdidaktik ... bestehen massive Defizite in der Forschung, die mit Nachdruck behoben werden müssen. Wissensgesellschaften sind auf belastbare Forschungsergebnisse zur Wissensverwendung und -vermittlung angewiesen. Der Wissenschaftsrat spricht der Fachdidaktik ... in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle zu. Er empfiehlt, ... den Forschungsansatz in Richtung auf allgemeinere Problemstellungen der Wissensverwendung und -vermittlung weiterzuentwickeln.“ Hierbei ist eine „signifikante Verbesserung des fachdidaktischen Forschungsaufkommens ... dringend geboten. Dies wird allerdings nur möglich sein, wenn den vielfach unterkritisch ausgestatteten Fachdidaktiken die übliche und für entsprechende Forschungsanstrengungen unverzichtbare Ausstattung zur Verfügung gestellt und vor dem Zugriff durch die Fachdisziplinen gesichert wird.“

Eine Erfüllung dieser Forderung des Wissenschaftsrats [9] würde die gegenwärtige prekäre Lage der Fachdidaktik Physik erheblich verbessern. Andere Forderungen der Fachleute sind ähnlich: die Stellung der Fachdidaktik in Forschung und Lehre ist abzuschärfen, das Profil zu schärfen und die Forschung ist zu intensivieren. Dazu gehört eine angemessene personelle Ausstattung.

*Im Bereich der Forschung ist m.E. eine Intensivierung sowohl im Bereich empirischer Studien als auch insbesondere der in der Förderung noch unter-*

*repräsentierten physiknahen Forschung von Nöten. Hier sollte ggf. auch das Begutachtungsverfahren durch die DFG überdacht werden.*

*Um eine sinnvolle Forschung zu ermöglichen sollte die Arbeitsbelastung von Fachdidaktikern in den anderen Tätigkeitsbereichen reduziert bzw. begrenzt werden (Anm. d. V.).*

#### **c) Bezug zu den Fachwissenschaften**

*Die Beziehung zwischen Fachdidaktik und Fachwissenschaft muss sich zum einen hinsichtlich des Themenbereichs Lehre, zum anderen hinsichtlich der Forschung verbessern. Fernziel ist ein Verhältnis, bei dem beide Parteien die Fähigkeiten und Kompetenzen der anderen auf gleicher Ebene aufrichtig anerkennen (Anm. d. V.).*

In Bezug auf die Lehre werden sich z.B. Experimentalphysiker i.a. nicht anmassen, Vorlesungen und Übungen in theoretischer Physik anzubieten und umgekehrt. Ebenso sollten die Fachwissenschaften die Fachdidaktik als eigenständige Disziplin ansehen, die für die fachdidaktische Ausbildung der Lehramtsstudenten verantwortlich ist. Ein zukünftiger Physiklehrer wird die Fachinhalte der Physik i.a. beim Fachphysiker lernen, dies allein reicht aber nicht. Kenntnis von Fachwissen bedeutet nicht automatisch die Fähigkeit dieses exzellent und den jeweiligen Bedürfnissen der Schüler gemäss auch zu unterrichten. Insofern sind auch die fachdidaktischen Inhalte, bei der Fachdidaktik angesiedelt, wichtig. Fachphysik und Fachdidaktik gemeinsam können zu einer Verbesserung der Lehre führen. Davon profitieren letztlich alle Physiker, denn gute Lehrer motivieren gute Schüler, von denen einige dann wieder Physik studieren. Ähnlich sind auch in der Physikweiterbildung beide gefragt, Fachwissenschaftler und Fachdidaktiker.

Ferner muss versucht werden, die Fachphysiker von der Wichtigkeit fachdidaktischer Forschung zu überzeugen. Eine mögliche Ursache für das Vorurteil, fachdidaktische Forschung sei keine richtige Forschung ist sicher, dass viele Fachdidaktiker in nicht-referierten Zeitschriften publizieren (MNU, PdN Physik, Physik in unserer Zeit, Physik im Unterricht, Physics Teacher, ...), weil sie ihre Klientel, nämlich die Lehrer erreichen wollen. Aus demselben Grund publizieren viele Fachdidaktiker in vielen Ländern in ihrer jeweiligen Landessprache. Dadurch wird ein enormes Potential an Wissen nicht weiterverbreitet, und es kommt vielleicht durchaus dazu, dass das Rad zum 100.000-ten Mal erfunden wird.

Andererseits gibt es sowohl in Deutschland als auch international eine Reihe referierter Zeitschriften im Themenkreis der Physikdidaktischen Forschung. Dazu zählen beispielsweise die neue deutsche internetbasierte Zeitschrift *phydid* [15] oder die Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaft *ZfDN* [16], das *European Journal of Physics* des IOP oder beispielsweise das *American Journal of Physics* des AIP.

*Diese Zeitschriften haben im Bereich des physics education research hohes Ansehen und sollten daher im Vergleich ähnlich anerkannt sein wie die Zeitschrift für Physik, Physical Review oder z.B. Applied Optics für die Fachwissenschaften. Fachdidaktiker sollten ermutigt werden, neben Veröffentlichungen in deutscher Sprache in nichtreferierten, von Lehrern gelesenen Zeitschriften, auch in solchen referierten Forschungszeitschriften für Fachdidaktik zu veröffentlichen (Anm. d. V.).*

Ein besseres Verhältnis zwischen Fachphysik und Fachdidaktik erscheint auch möglich durch gemeinsamen Besuch von Tagungen. So tagt der Fachverband Didaktik der Physik alternierend auf den Frühjahrstagungen auch mit anderen Fachverbänden und bietet Möglichkeiten des Kennenlernens fachdidaktischer Forschung. Hierzu werden die Themenbereiche zur Zeit weiter präzisiert, um neue Forschungsergebnisse deutlicher von Berichten aus der Praxis, die mehr die teilnehmenden Lehrer ansprechen, zu trennen. Ähnlich gibt es internationale Tagungen wie z.B. die GIREP-Konferenzen [17], die auch von Fachphysikern besucht werden. Sicher wäre es insofern auch sinnvoll, bei Fachphysiktagungen wie der Hauptfrühjahrstagung der DPG verstärkt fachdidaktisch orientierte Beiträge mit einzuplanen, um den gegenseitigen Austausch zwischen Fachkollegen und Fachdidaktikern durch gemeinsame Tagungsbesuche zu erleichtern.

*Alle diese Aktivitäten sollten Fachwissenschaftlern deutlich machen, dass es wissenschaftlich fundierte physikdidaktische Forschung gibt. Zwar wird kein Physik-Fachdidaktiker in Phys. Rev. Lett. oder Nature veröffentlichen, dies ist aber durch das Fachgebiet und nicht durch die Qualität der Forschung bedingt (Anm. d. V.).*

### **5. Schlusswort**

Die Umfrage zur Situation der Physikdidaktik in Deutschland und Europa hat gezeigt, dass überall ähnliche Probleme vorliegen. Die Wege zu besserer Forschungsförderung und höherer Anerkennung der Physikdidaktik seitens der Fachkollegen aus der Physik sind klar. Gemeinsame Aktivitäten sind auch dringend geboten. War das 20. Jahrhundert noch dadurch geprägt, dass die Studenten von sich aus zur Physik kamen, müssen alle Physiker im 21. Jahrhundert auf potentielle Studenten sowie die Öffentlichkeit selbst zugehen. Der Weg zu neuen Studenten führt vor allem auch über die Lehrer und somit über die Lehramtskandidaten, denen besonderes Augenmerk gewidmet werden muss. Dies kann nur erfolgreich funktionieren, wenn alle Disziplinen der Physik gemeinsam agieren. Neben der Experimentalphysik und der theoretischen Physik, die beispielsweise Vorlesungen speziell auf die Bedürfnisse von Lehramtskandidaten zuschneiden sollten, gibt es auch eine dritte Säule, die die pädagogische Dimension der Physik vertritt und in der Fachdidaktik angesiedelt ist. Diese kümmert sich insbesondere um

die Vermittlung, die Lehre von Physik, die Tatsache, dass Physik bildend wirkt und einen Teil unserer Kultur darstellt. Diese pädagogische Dimension der Physik, der sich die Fachdidaktik der Physik verschrieben hat, spielt im Kontakt mit der Öffentlichkeit, d.h. generell dem *public understanding of science*, eine ganz besondere Rolle. Es bleibt zu wünschen, dass alle drei Säulen der Physik es gemeinsam schaffen, die Notwendigkeit und Wichtigkeit der naturwissenschaftlichen Bildung, insbesondere im Bereich der Physik, auch zukünftigen Generationen deutlich zu machen.

### **Danksagung:**

An dieser Stelle sei den Mitgliedern der Division of Physics Education der EPS, Urbaan Titulaer (Aus), Chris van Weert (NL), Bob Lambourne (UK), Gunnar Tibell (Swe), Hans Jodl (Ger) and Ireneusz Strzalkowski (Pol) für ihre kritischen Kommentare bei der Ausarbeitung des Fragebogens gedankt. Während der Auswertung waren fruchtbare Diskussionen mit Werner Schneider, Urbaan Titulaer und Bob Lambourne sehr hilfreich. Letztlich sei all denen gedankt, die den Fragebogen ausgefüllt haben und so diese Arbeit erst ermöglichten.

### **6. Literatur**

- [1] Allgemeine Informationen über die European Physical Society (EPS) sind auf der Internetseite: <http://www.eps.org/>; die homepage der Division of education ist: [www.nikhef.nl/~ed/EDUCATION](http://www.nikhef.nl/~ed/EDUCATION)
- [2] M. Vollmer, *Physics teacher training and research in physics education: results of an inquiry by the European Physical Society*, Eur. J. Phys. **24**, 1-17 (2003); siehe auch EUPEN Proceedings of the EGF general forum in Varna 2002, wird veröffentlicht (2003)
- [3] private Mitteilung I. Heber, Liste zusammengestellt anlässlich eines Arbeitstreffens deutscher Fachdidaktiker und Fachleiter für Physik im Physikzentrum Bad Honnef Dezember 2001
- [4] <http://www.uni-muenster.de/physik/DP/didinst.html>
- [5] R. Kassing, Statistiken zum Physikstudium in Deutschland 2002, Physik Journal 9/1 (2002), 58-63
- [6] [http://www.holderied.de/Deutsche\\_Hochschulen.html](http://www.holderied.de/Deutsche_Hochschulen.html)
- [7] private Mitteilung Lutz Schön, HU Berlin
- [8] Zahlen werden regelmässig veröffentlicht im Physikjournal (früher Physik. Blätter)
- [9] <http://www.wissenschaftsrat.de/texte/5065-01.pdf>
- [10] Gottfried Merzyn, *Stimmen zur Lehrerausbildung*, Schneider Verlag Hohengehren (2002)
- [11] Report of Working Group 5 - Research in physics teaching, M. Vincentini et al. in Inquiries into European Higher Education in Physics, European Physics Education Network Series

- Vol. 1, 81-104 (1997) , ed. by H. Ferdinande & A. Petit; Vol. 2,143-168 (1998) , ed. by H. Ferdinande & A. Petit; Vol. 3, 95-106 (1999) , ed. by H. Ferdinande; weitere Informationen sind auf der EUPEN homepage  
<http://inwfnu07.rug.ac.be/eupen/>
- [12] Physik für Schüler und Schülerinnen unter Förderprogramme bei : <http://www.we-heraeus-stiftung.de/>
- [13] Information über die physics on stage (POS) Initiative finden sich auf verschiedenen nationalen Internetseiten (z.B. in Deutschland auf <http://opal.physik.uni-bonn.de/~mkobel/pos/welcome.htm> ) oder der internationalen Seite:  
<http://www.estec.esa.nl/outreach/pos/>
- [14] <http://www.nat-working.de/>
- [15] <http://www.phydid.de>, s.a. Homepage des Fachverbands Didaktik der Physik der DPG:  
<http://www.dpg-fachgremien.de/dd/index.html>
- [16] [www.ipn.uni-kiel.de/zfdn/index.htm](http://www.ipn.uni-kiel.de/zfdn/index.htm)
- [17] allgemeine Informationen über GIREP, siehe <http://www.girep.org/> . Aktuell ist z.Z. das 2<sup>nd</sup> International Girep Seminar 2003 on Quality in teacher education, September 1-6 2003 in Udine (Italy), siehe <http://www.uniud.it/cird/>