

# **Dieter Schumacher und Heike Theyßen**

## **Physikpraktikum für Medizinstudierende – Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums**

Eine wichtige Aufgabe des Faches Physik an dieser Hochschule ist die vorklinische Physikausbildung im Rahmen des Medizinstudiums. Um dieser Aufgabe durch ein sowohl effizientes als auch zeitgemäßes Lehrangebot gerecht zu werden, wurde in der Abteilung Physikalische Grundpraktika ein fachspezifisches Physikpraktikum für Studierende der Medizin entwickelt, das sich an den Anforderungen des weiteren Medizinstudiums und der anschließenden Berufstätigkeit orientiert. Das Projekt wurde von der Landesregierung NRW im Rahmen des Aktionsprogrammes „Qualität der Lehre“ als „Leuchtturmprojekt“ gefördert. Den didaktischen Rahmen bildete eine Dissertation in der Didaktik der Physik (Theyssen 2000).

### **Ausgangssituation**

Die Physikausbildung Studierender der Medizin besteht im Grundstudium aus einem Praktikum und einer begleitenden Vorlesung, die gemeinsam eine breite Grundlage physikalischen Wissens vermitteln sollen. Beide Veranstaltungen sind im zweiten Semester angesiedelt. Den intensiveren Kontakt mit der Physik erleben die Studierenden sicherlich im Physikalischen Praktikum. Dieses besteht aus elf Versuchsnachmittagen à vier Stunden. Die Auswahl der Praktikumsinhalte und die Methoden der Vermittlung orientierten sich bislang weitgehend an denen des Grundstudiums der Physik und zeigten keine oder höchstens ansatzweise Bezüge zur Medizin. Dieses bundesweit vorherrschende Konzept wird jedoch den in letzter Zeit stark veränderten Anforderungen nicht mehr gerecht. So wurde in den vergangenen Jahren von Seiten aller Beteiligten Kritik laut. Die Studierenden fühlten sich einerseits in der Lehrveranstaltung überfordert und sahen diese andererseits als Fremdkörper in ihrer Ausbildung, da sie die Relevanz der Inhalte für ihren weiteren Werdegang nicht erkannten. Die Betreuer der Praktikumsgruppen beklagten das hieraus resultierende schlechte Arbeitsklima und die sehr geringe Motivation der Studierenden. Dozenten weiterführender Lehrveranstaltungen (z. B. Physiologie, Nuklearmedizin) bemängelten die oft unzureichende und ungeeignete Vorbereitung der Studierenden.

Ausgehend von dieser umfassenden Kritik erschien uns eine grundlegende Neugestaltung des Praktikums erforderlich mit dem Ziel, den Bedürfnissen der Lehrenden und Lernenden sowohl inhaltlich als auch methodisch besser gerecht zu werden.

### **Vorarbeiten**

Die Vorarbeiten begannen mit einer detaillierten Lerngruppenanalyse, deren Resultat sich mit wenigen Zahlen anschaulich machen lässt: Ca. 70 Prozent der Studierenden in der Medizin hatten in der Sekundarstufe I zuletzt Physikunterricht; das heißt, bei ihnen liegt der Kontakt mit der Physik zu Beginn des Praktikums mindestens vier Jahre zurück. Die

Studierenden gaben nahezu durchgängig an, dass sie ein geringes Interesse an der Physik und sehr wenig Erfahrung mit physikalischen Experimenten (Schülerexperimenten) haben. Nur acht Prozent der Studierenden äußerten Interesse an populärwissenschaftlich aufbereiteten physikalischen Inhalten (Sachbücher, Fernsehsendungen etc.).

Parallel zur Lerngruppenanalyse mussten die Ziele und Inhalte des Praktikums in Frage gestellt und neu definiert werden. Zu diesem Zweck wurden Dozenten der Medizin, Medizinstudierende höherer Semester sowie praktizierende Ärzte nach der allgemeinen Zielsetzung physikalischer Praktika in der Medizinausbildung und nach den Charakteristika eines guten Praktikumsversuchs befragt. Dabei erhielten wir die folgenden Antworten in der Reihenfolge ihrer Gewichtung:

Das physikalische Praktikum soll

- die Voraussetzung für das Verständnis der Physiologie und der Medizintechnik schaffen,
- physikalische Grundkenntnisse (fehlendes Schulwissen) bereitstellen,
- mathematisch-naturwissenschaftliches Denken vermitteln sowie
- den Umgang mit Messdaten trainieren.

Ein guter Versuch im Physikpraktikum soll

- praxisnah und klinisch relevant sein,
- den medizinischen Bezug direkt erkennbar machen,
- möglichst anschaulich sein und
- mit möglichst wenigen Formeln zu bearbeiten sein.

Um diese Anforderungen nun mit konkreten, medizinisch relevanten physikalischen Inhalten zu füllen und dabei geeignete Schwerpunkte zu setzen, steckt der vom Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungen (IMPP) herausgegebene Themenkatalog<sup>1</sup> nur die Rahmenbedingungen ab, ist aber bei weitem nicht ausreichend. Deshalb waren zahlreiche und zum Teil sehr intensive Gespräche mit Dozenten insbesondere der Bereiche Physiologie, Nuklearmedizin, Strahlentherapie, Röntgendiagnostik, Lasermedizin, Medizintechnik, Ultraschall Diagnostik und Zahnmedizin notwendig. Als Resultat dieser Bemühungen kristallisierten sich die folgenden elf Themenschwerpunkte heraus, die jeweils einem Praktikumsnachmittag zugeordnet wurden:

- Optik/Auge
- Strömungsmechanik/Blutkreislauf
- Energieerhaltung, Wärmelehre/Energieumsatz eines Lebewesens
- Gasgesetze/Atmung

---

<sup>1</sup> IMPP (1988).

- Messung elektrischer Größen/EKG
- Elektrischer Widerstand/Elektrolyt
- Widerstand- und Kondensatorschaltungen/Elektrotonus
- Ultraschall/US-Sonographie
- Absorptionsspektroskopie/Photometrische Labordiagnostik
- Röntgenstrahlung/Röntgendiagnostik
- Messunsicherheit/Körpertemperatur

Schon aus den Titeln gehen die zentralen medizinischen Bezüge der Themenbereiche hervor.

## Entwicklung der Praktikumsversuche

Um bereits bestehendes Know-how zu nutzen, folgte nun eine breit angelegte Recherche an anderen Hochschulen nach Ideen für experimentelle Aufbauten zu den festgelegten Themenbereichen. Zu vier Themen fanden wir in Lübeck und in München geeignete Versuche, deren experimentelle Aufbauten wir in für unsere Zwecke modifizierter Form übernehmen durften. Viele Praktikumsleiter anderer Hochschulen haben uns durch Anregungen oder Hinweise auf bisher nicht umgesetzte Ideen unterstützt. Dennoch waren ca. zwei Jahre Arbeit notwendig, um die Prototypen der praktikumstauglichen Versuche zu entwickeln.

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen exemplarisch zwei der neuen Praktikumsversuche.

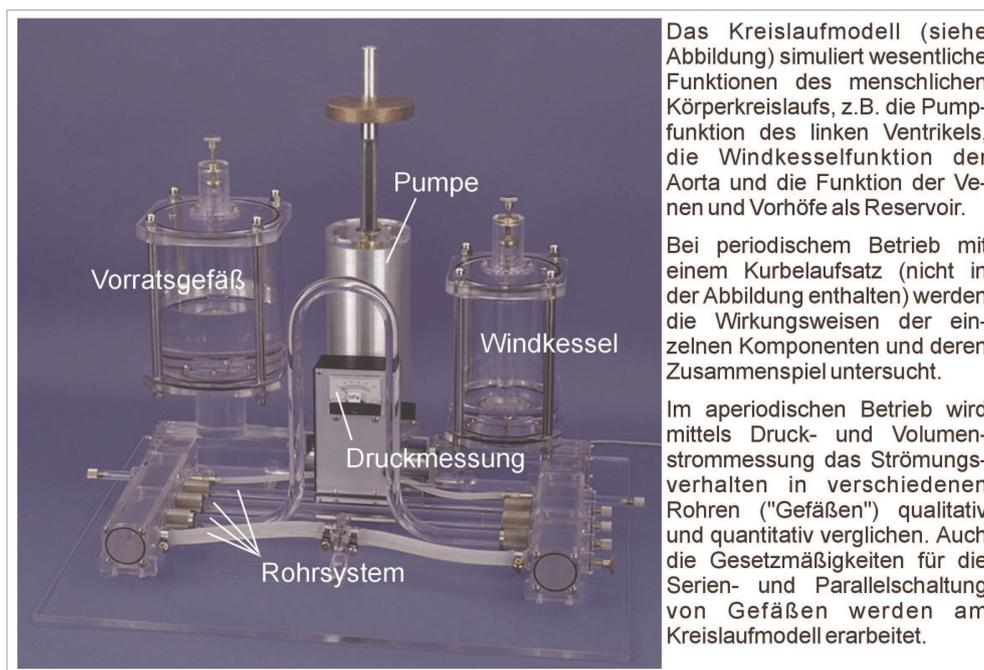


Abb. 1: Apparatur und Kurzbeschreibung zum Versuch „Strömungsmechanik/Blutkreislauf“



Das Augenmodell (siehe obere Abbildung) enthält als wesentliche Komponenten eine Linse variabler Brechkraft und eine "Netzhaut", die sich in einer mit Wasser gefüllten Wanne ("Glaskörper") befinden, und eine "Hornhaut", durch die das Licht in die Wanne eintritt.

An dem Modell werden qualitative und quantitative Experimente zum Abbildungsvorgang im menschlichen Auge, speziell zum Akkommodationsprozess durchgeführt. Außerdem werden verschiedene Fehlsichtigkeiten simuliert, deren Auswirkungen untersucht und durch "Brillen" (siehe Abbildung) korrigiert.

Ein zweites Modell (siehe untere Abbildung) dient der Veranschaulichung des Akkommodationsmechanismus. Es enthält (wie das Augenmodell) eine Linse variabler Brechkraft und eine Spiralfeder, die den Ziliarmuskel repräsentiert. Halteklammern stellen die Zonulafasern dar, über die die Aderhaut (im Modell eine elastische Gummihaut) und der Ziliarmuskel Kräfte auf die Linse ausüben können.

An diesem Modell wird das Zusammenspiel von Augenlinse, Zonulafasern, Ziliarmuskel und Aderhaut untersucht, das zur Variation der Brechkraft bei der Augenlinse notwendig ist.

Abb. 2: Apparaturen und Kurzbeschreibung zum Versuch „Optik/Auge“

## Didaktische Strukturierung

Die didaktische Strukturierung des neuen Praktikums ist in einer Kooperation mit der Didaktik der Physik der Universität Bremen entstanden. Wesentliche Elemente der neuen didaktischen Struktur sind eine Umorganisation der Lernzeiten, Kleinschrittigkeit der Anleitungen sowie ein durchgängiger und transparenter medizinischer Bezug.

Die im traditionellen Praktikumsablauf geforderte theoretische Vorbereitung der Praktikumsversuche war von den Studierenden in den vergangenen Jahren in zunehmendem Maße schwerer zu leisten. Für jemanden, der noch nie mit einer Linse hantiert oder ein elektrisches Messgerät in Händen gehalten hat, ist es mühsam, den Abbildungsvorgang im Auge oder die Messung eines Aktionspotentials zu verstehen. Darüber hinaus verführt eine solche Vorgehensweise leicht dazu, dass physikalische Zusammenhänge als isolierte Aussagen ohne tiefer gehendes Verständnis auswendig gelernt werden. Solchermaßen auswendig „Gelerntes“ hat zudem häufig auch noch ein definiertes „Verfallsdatum“, den Termin der Abschlussklausur. Mit Blick auf die Lernökonomie ist es erheblich effizienter, vom Umgang mit konkreten Objekten (Linse, Messgerät) zu deren abstrakten Eigenschaften bis hin zu Zusammenhängen zwischen diesen Eigenschaften (physikalischen Gesetzen) „aufzusteigen“.

Diese, durch zahlreiche Lernprozessuntersuchungen gestützten Vorüberlegungen bildeten eine wesentliche Basis für die neue Strukturierung des Praktikumsablaufs.

Die Studierenden bekommen für die Arbeit im physikalischen Praktikum ein persönliches Arbeitsbuch zur Verfügung gestellt, das für jedes der elf Themen eine dreiteilige

Anleitung enthält: Der erste Teil, von etwa einer Seite Umfang, dient dazu, den zentralen medizinischen Bezug und das generelle Ziel des Versuches zu erläutern. Der zweite Teil dient am Versuchstag selbst als Arbeitsanleitung. Diese ist gezielt kleinschrittig aufgebaut. Der medizinische Bezug ist nicht nur als Motivation vorangestellt, sondern konsequent „eingewoben“. Es sind Experimente zu machen, Messungen durchzuführen, Resultate zu diskutieren und zu bewerten sowie in den medizinischen Kontext zu setzen. Der dritte Teil beinhaltet eine ausführliche Darstellung der versuchsrelevanten Theorie, basierend auf den experimentellen Beobachtungen und Ergebnissen aus der Versuchsdurchführung. Auch in diesem Teil wird der medizinische Bezug durch Beispiele und Übungsaufgaben immer wieder hergestellt. Er dient der Verknüpfung von Praxis und Theorie und ist zur Nachbereitung im Anschluss an die experimentelle Phase intensiv zu bearbeiten. Testatgespräche in Zweiergruppen am jeweils folgenden Praktikumstermin dienen dazu, den Lernerfolg zu sichern.

## Wissenschaftliche Evaluation

Die Neugestaltung des Praktikums war eine Dissertation in der Didaktik der Physik<sup>2</sup>. Inhalt dieser Dissertation waren neben der Entwicklungsarbeit nicht nur die fachliche Klärung und didaktische Strukturierung, sondern auch die wissenschaftliche Evaluation des Projektes. Selbstverständlich lassen sich die Ergebnisse der umfangreichen Untersuchungen nicht im Rahmen dieses Artikels wiedergeben. Deshalb sollen hier nur exemplarisch einige Resultate dargestellt werden.

Wichtig für den Lernerfolg im Praktikum ist die intensive Auseinandersetzung mit den Experimenten sowie die Interpretation und Diskussion der Ergebnisse durch die Studierenden. Bei dem Versuch, dieses intuitiv zu erfassen, sind leicht Fehleinschätzungen möglich. Deshalb ist eine systematische, reproduzierbare Analyse des Praktikumsgeschehens notwendig, die allerdings sehr aufwändig und daher nur stichprobenartig zu realisieren ist. Zu diesem Zweck wurde die Arbeit von insgesamt 16 Studierenden im Praktikum videodokumentiert. Die beobachteten Handlungen und Sprechhandlungen (Verbalisierungen) wurden danach im 30-Sekunden-Raster den folgenden Kategorien zugeordnet:

### Handlungskategorien („Womit beschäftigen sich die Studierenden?“):

- **Anweisungen:** Nutzung von Anweisungen zur Versuchsdurchführung und -auswertung
- **Aufbau:** Aufbau des Versuches und dessen Überprüfung
- **Messung:** Messwertaufnahme
- **Auswertung:** Rechnungen zur Datenauswertung, Beantwortung von Fragen, Formulierung und Diskussion der Beobachtungen und Ergebnisse
- **Sonstiges:** Aktivitäten der Studierenden, die sich nicht auf das Praktikum beziehen

---

<sup>2</sup> Theyßen (2000).

### Verbalisierungskategorien („Worauf bezieht sich der Inhalt der Verbalisierungen?“):

- **technisch:** bezieht sich auf die Handhabung der Geräte, die Organisation, die Aufgabenverteilung oder das Ablesen von Messwerten
- **physikalisch-technisch:** bezieht sich auf Aufbau bzw. Ablesung mit physikalischem Hintergrund oder umfasst die Formulierung von Beobachtungen direkt auf den Versuch bezogen
- **physikalisch:** beinhaltet physikalische Argumente zu Messergebnissen und deren physikalische Interpretation
- **physikalisch-medizinisch:** beinhaltet medizinische Argumente bzw. Folgerungen mit Bezug zum Experiment, also insbesondere die Verbindung von Physik und Medizin
- **medizinisch:** bezieht sich auf den medizinischen Kontext ohne unmittelbaren Bezug zum Experiment

Das Resultat einer solchen Auswertung ist in [Abbildung 3](#) für einen Versuch aus der Optik vergleichend für das alte und neue Praktikum dargestellt. Die Grafik zeigt deutlich, welcher Effekt durch die Umstrukturierung des Praktikums erreicht wurde:

Der beim alten Versuch überproportional und unerwünscht hohe Anteil der Kategorie „Anweisungen“ konnte beim neuen Versuch zugunsten einer intensiveren Auseinandersetzung mit den eigentlichen Messungen deutlich gesenkt werden. In der Kategorie „Auswertung“ ergibt sich kein signifikanter Unterschied. Unter Einbeziehung der Verbalisierungskategorien stellt sich jedoch heraus, dass sich die Qualität der Auswertungsphasen verändert hat. In [Abbildung 4](#) ist dargestellt, welchen Inhaltsbereichen die Verbalisierungen während der Auswertungsphasen zuzuordnen sind. Beim alten Versuch waren es meist rein (rechen-) technische Verbalisierungen, beim neuen Versuch wird deutlich mehr über die physikalische und medizinische Interpretation der Ergebnisse diskutiert.

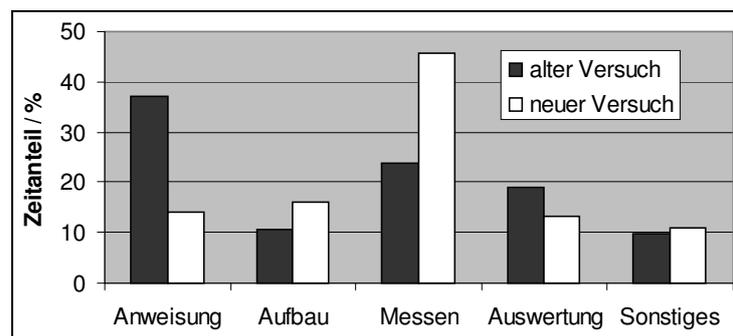


Abb. 3: Zeitanteile der Handlungs-Kategorien (in Prozent der Gesamtzeit)

### Evaluation durch die Studierenden

Das Urteil der Studierenden über unser neues Praktikum war uns natürlich besonders wichtig. Da Studierende im zweiten Semester jedoch noch keine umfangreiche Praktikumserfahrung haben, baten wir sie um eine vergleichende Beurteilung zu einem Zeitpunkt, als

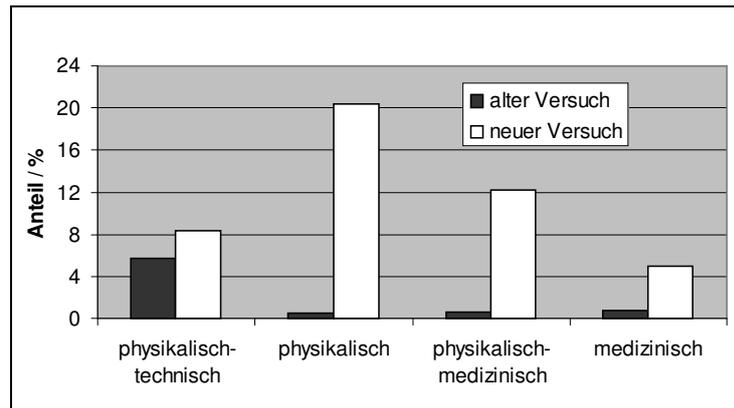


Abb. 4: Anteile der Verbalisierungskategorien während der Auswertung (in Prozent der gesamten Auswertungszeit)

gerade die Hälfte der Versuchsnachmittage nach dem neuen Konzept realisiert war. Obwohl diese zentrale Umbauphase eine Zeit hoher Belastungen durch organisatorische Probleme war und viele Versuche noch „Kinderkrankheiten“ hatten, ist die Bewertung sehr deutlich zugunsten des neuen Praktikums ausgefallen.

An der Befragung nahmen insgesamt 184 Studierende der Human- und Zahnmedizin teil. Die Ergebnisse sind in Abbildung 5 zusammengefasst. Der Grad der Zustimmung zur jeweiligen Aussage ist über alle Fragebögen gemittelt und wird durch die Balkenlänge repräsentiert. Offensichtlich werden die neuen Versuche durchweg deutlich besser bewertet. Die einzigen Ausnahmen bilden die Aussagen (9) und (11) zur physikalischen Kompetenz der Betreuer und zur für die Versuchsdurchführung zur Verfügung stehenden Zeit. Beides wurde durch die didaktische Strukturierung nicht beeinflusst, und die fast identische Bewertung bei alten wie neuen Versuchen weist darauf hin, dass die Studierenden nicht die neuen Versuche pauschal als besser einstufen, sondern sorgfältig zwischen den verschiedenen Aussagen differenzieren. Der größte Unterschied in der Bewertung zeigt sich bei Aussage (1). Bei den neuen Versuchen wurde den Studierenden der medizinische Bezug wesentlich deutlicher als bei den alten Versuchen.

Aussagen des Fragebogens, die im Rahmen der Evaluation durch die Studierenden zu bewerten waren.

- (1) Die Versuche machten mir den medizinischen Bezug anschaulich deutlich.
- (2) Die Versuche machten mir physikalische Zusammenhänge verständlich.
- (3) Bei den Versuchen wurde mir der Zusammenhang zwischen Experiment und Theorie (Vor-/Nachbereitung) klar.
- (4) Die Inhalte der Versuche halte ich als Grundlage für meine weitere Ausbildung für wichtig.

- (5) Ich vermute, dass ich die Unterlagen zu den Versuchen nach Abschluss des Praktikums noch einmal nutzen werde.
- (6) Die Anleitung war ausreichend zur Durchführung der Versuche. (Bei alten Versuchen: schriftliche Hinweise und mündliche Einführung vor dem Versuch!)
- (7) Die Art der Versuchsdurchführung ermöglichte das selbstständige Erarbeiten der Ergebnisse.
- (8) Ich habe die Versuche mit Interesse bearbeitet.
- (9) Die Betreuer erschienen physikalisch fachlich kompetent.
- (10) Die Betreuer erschienen im Hinblick auf den medizinischen Bezug des Versuches kompetent.
- (11) Die Zeit für die Durchführung der Experimente war ausreichend.

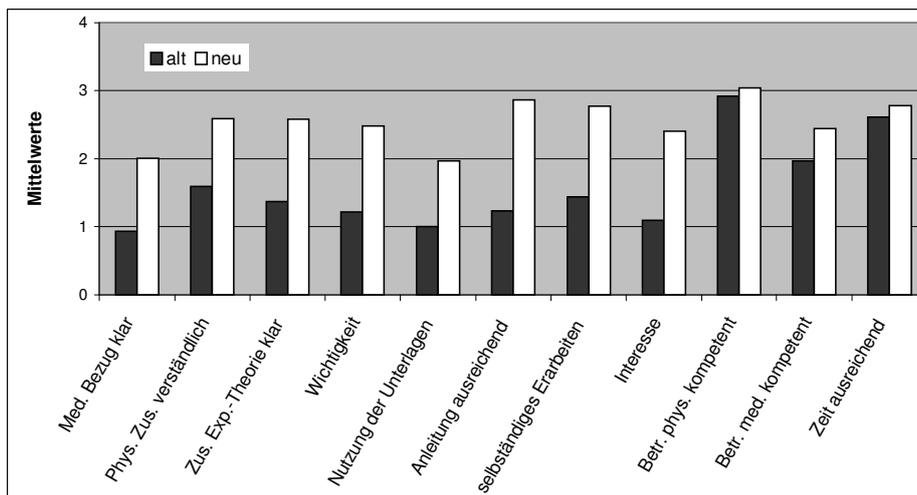


Abb. 5: Ergebnisse der vergleichenden Evaluation  
 Skala: 0 = „trifft nicht zu“ bis 4 = „trifft völlig zu“

Eine abschließende Evaluation mit denselben Fragen, jedoch ohne die Vergleichsmöglichkeit, hat das positive Ergebnis reproduziert. Über diese messbaren Veränderungen hinaus zeigt sich für Betreuer, die schon seit längerer Zeit im Praktikum tätig sind, dass sich das Arbeitsklima in den Praktikumsgruppen entscheidend verbessert hat. Dieses ist uns besonders wichtig, da bekanntermaßen eine positive Grundstimmung einen nicht zu unterschätzenden positiven Einfluss auf den Lernprozess hat.

### Finanzierung des Projektes

Die für das Projekt erforderlichen Sachmittel wurden von der Landesregierung NRW im Rahmen des Aktionsprogramms „Qualität der Lehre“ als „Leuchtturmprojekt“ (80 Prozent) und durch die Medizinischen Einrichtungen (20 Prozent) zur Verfügung gestellt. Das Fach Physik hat die erforderlichen Personalmittel zu 100 Prozent bereitgestellt.

Die Bewilligung eines Vorhabens als „Leuchtturmprojekt“ schließt den Anspruch ein, dass das Projekt über die „lokale“ Verbesserung der Qualität der Lehre hinaus Nachahmung findet und Folgeprojekte initiiert.

## **Folgeprojekte**

### **- an anderen Hochschulen**

Die Ergebnisse des Projektes wurden in vielfältiger Form publiziert. Insbesondere waren wir gegen Ende der dreijährigen Umbauzeit Gastgeber der jährlichen, nationalen Praktikumsleitertagung. Dies gab uns die Gelegenheit, das neue Praktikum den Praktikumsleitern einer großen Zahl anderer Hochschulen vorzustellen. Unsere Neuentwicklungen stießen auf großes Interesse und positive Resonanz, so dass es nun bereits an einer ganzen Reihe von Hochschulen Nachbauten einzelner Versuche gibt. Ein Nachbau des gesamten Praktikums stößt an nicht wenigen Standorten auf Finanzierungsprobleme.

### **- im Bereich des Medizinstudiums an der Heinrich-Heine-Universität**

Die im Rahmen der Praktikumsneugestaltung erworbene Kompetenz im Bereich der fächerverbindenden Themen Physik-Medizin bildet eine wesentliche Grundlage für ein weiteres Entwicklungsprojekt. Mit Fördermitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) entwickeln wir eine hypermediale Lernumgebung „Physik für Mediziner“. Diese Lernumgebung ist als interaktives, multimediales, adressatenspezifisches, persönliches Arbeitsbuch konzipiert.

Auch die neu entwickelten Praktikumsversuche selbst sowie weitere Experimente werden in diese Lernumgebung eingehen. Umgesetzt in *Interaktive Bildschirmexperimente*<sup>3</sup> stehen sie damit den Studierenden unabhängig von vorgegebenen Praktikumszeiten zur Vor- und Nachbereitung, Wiederholung oder für ergänzende Experimente über das Netz jederzeit zur Verfügung. Sie werden darüber hinaus in dieser Form auch Studierenden anderer Universitäten und Studiengänge zum Selbststudium bereitgestellt. Details zu diesem Projekt sind zu finden unter: <http://www.mm-projekt.uni-duesseldorf.de/>.

### **- im Bereich der Lehrerausbildung und Lehrerfortbildung**

Die neuen Praktikumsversuche sind inhaltlich sowie konzeptionell eine hervorragende Grundlage für den fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterricht Physik-Biologie. Hierdurch motiviert, ist in einer Kooperation der Physikalischen Grundpraktika mit den Studienseminaren Neuss und Krefeld die Initiative LAPP (Lehrerausbildung im Physikalischen Praktikum) entstanden. LAPP bietet neben Vorträgen und Seminaren Workshops zur Integration der neu entwickelten Versuche in den fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterricht Physik-Biologie an. Referendare und Lehrer bilden die Zielgruppe und erarbeiten gemeinsam Unterrichtskonzepte auf Basis der Praktikumsversuche. Da es sich bei den Versuchsaufbauten fast ausschließlich um Eigenentwicklungen handelt, die an den Schulen nicht verfügbar sind, werden diese Aufbauten den Teilnehmern außerhalb der Praktikumszeiten zu Unterrichtszwecken zur Verfügung gestellt. Dies verbindet die

---

<sup>3</sup> Kirstein (1999).

Förderung des fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterrichts in den Naturwissenschaften mit einer effizienteren Nutzung der Praktikumsressourcen. Weitere Informationen zu diesem Projekt und einen aktuellen Veranstaltungskalender findet man unter: <http://www.gpphy.uni-duesseldorf.de/LAPP>.

## Dank

Wir bedanken uns

- bei den vielen Kolleginnen und Kollegen in der Medizin (Physiologie, Nuklearmedizin, Strahlentherapie, Röntgendiagnostik, Lasermedizin, Medizintechnik, Ultraschall-diagnostik und Zahnmedizin), die uns intensiv durch ihre stete Gesprächsbereitschaft und so manche „Nachhilfestunde“ unterstützt haben.
- bei Prof. Dr. Stefan von Aufschnaiter (Didaktik der Physik, Universität Bremen) und seiner Arbeitsgruppe für die Betreuung der Dissertation und die Hilfe bei der Entwicklung des didaktisch-methodischen Konzepts.
- bei allen Praktikumsleiterinnen und Praktikumsleitern anderer Hochschulen, die uns bereitwillig mit Bauanleitungen, Tipps und Hinweisen unterstützt haben.
- bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im Praktikum, die das Projekt mitgetragen und so mache zusätzliche Arbeitsstunde investiert haben.
- bei der Landesregierung, den Medizinischen Einrichtungen und dem Fach Physik für die Finanzierung des Projektes.

## Bibliographie

- INSTITUT FÜR MEDIZINISCHE UND PHARMAZEUTISCHE PRÜFUNGEN (IMPP) (Hrsg.). *Stoffgrundlagen für die schriftlichen Ärztlichen Prüfungen*. Weinheim 1988. (Edition Medizin)
- THEYSEN, H. *Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin. Darstellung der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion*. Dissertation im Fachbereich I (Physik/Elektrotechnik) der Universität Bremen. Berlin 2000. (Studien zum Physiklernen; 9)
- KIRSTEIN, J. *Interaktive Bildschirmexperimente; Technik und Didaktik einer neuartigen Methode zur multimedialen Abbildung physikalischer Experimente*. Dissertation TU Berlin. Berlin 1999.