

in: Häberle, D.; Schmirber, G. (Hg.): Zur Zukunft der Hochschullehre - Möglichkeiten zu ihrer Verbesserung, Berichte und Studien der Hanns-Seidel-Stiftung, München 1994, Band 69, Reihe Kulturpolitik  
*Nachschrift eines Vortrages*

## **Hochschuldidaktische Aspekte am Beispiel eines physikalischen Praktikums: Ein Bericht aus der Praxis**

**Christian Ucke**

Am Beispiel dieses Praktikums mögen typische Alltagsprobleme des akademischen Routineunterrichts an unseren Massenuniversitäten dargestellt werden.

Ich bin unter anderem für die Physikausbildung der Medizinstudenten und -studentinnen an der Technischen Universität München zuständig.

Der Unterricht besteht aus Pflichtveranstaltungen, nämlich dem Praktikum, sowie der Vorlesung und freiwilligen Übungen mit Multiple-Choice-Aufgaben. Nach immer wieder bestätigter Absprache mit den Studierenden wird dieser Unterricht in Blockform während der ersten Hälfte des ersten Semesters durchgeführt. In der zweiten Hälfte erfolgt dann ebenfalls in Blockform der Chemieunterricht. Dementsprechend machen die Studierenden jede Woche zwei Versuche, d.h. insgesamt zwölf Versuche in sechs Wochen (siehe Abb. 1).

**Vorkenntnisse und Tutorials:** Die Bewältigung dieser Aufgaben ist für die Studierenden der Medizin erfahrungsgemäß überaus schwierig. Die Vorkenntnisse sind nämlich nicht nur in Physik - die wären für diesen Unterricht noch gar nicht so wichtig - sondern vor allem in der Mathematik im Durchschnitt unzureichend. Viele dieser Studenten beherrschen nicht einmal einfache Dreisatzrechnungen oder Potenzrechnen und häufig sind sie unfähig, eine lineare Gleichung mit einer Unbekannten so aufzulösen, daß die Unbekannten nur auf der einen Seite steht. Es sei betont, daß dieses Praktikum weder höhere Mathematik (Differential- und Integralrechnung), noch die Mathematik voraussetzt, die in Leistungskursen gelehrt wird. Bis vor wenigen Semestern wurden Studierenden, die bei solchen einfachen Rechenaufgaben Schwierigkeiten hatten, audiovisuelle Unterstützungsprogramme angeboten, die an der Universität Göttingen entwickelt wurden. Diese wurden gerade von den schwächeren Studierenden angenommen, wobei sich der parallele Einsatz eines Tutors zur Betreuung dieses Unterrichts als äußerst wünschenswert erwies. Mittlerweile sind die Programme nicht mehr einsetzbar, weil die dazu notwendigen, veralteten Geräte so defekt sind, daß sie nicht mehr repariert werden können. Die Kollegen der Universität Göttingen würden diese Programme zwar für moderne Rechner umschreiben, haben dazu aber keine ausreichenden Mittel zur Verfügung. Ich bin ebenfalls nicht in der Lage, dies alles selbst weiterzuentwickeln. So können entsprechenden Studierenden im Augenblick nur sporadisch Rechenübungen durch interessierte Betreuer oder, auf freiwilliger Basis, durch kompetente Medizinstudenten und -studentinnen angeboten werden. Entsprechende Tutorenprogramme wären hier sicher von großem Nutzen. Es sei betont, daß diese Mängel an elementaren Vorkenntnissen für alle Unterrichten-

<b>INHALT</b>		Seite
<b>I) Einführung</b>		1
1) Vorbemerkung		1
2) Organisation des Praktikums		3
3) Qualifikation für eine erfolgreiche Teilnahme		4
4) Versuchsdurchführung und -ausarbeitung		7
5) Audiovisuelle Programme für Mathematik		9
6) Vorkenntnisse		13
<b>II) Hinweise zur Fehlerbetrachtung</b>		13
<b>III) Versuchsanleitungen</b>	Abkürzung	48
1) BOYLE-MARIOTTESCHES GESETZ	<b>BOY</b>	49
2) ARMMODELL	<b>ARM</b>	57
3) TRÄGHEITSMOMENT	<b>TRÄ</b>	71
4) VISKOSITÄT	<b>VIS</b>	89
5) WÄRME	<b>WÄR</b>	111
6) SCHALLANALYSE	<b>SCH</b>	125
7) ELEKTRIK	<b>ELE</b>	153
8) OSZILLOSKOP	<b>OSZ</b>	167
9) AUGENMODELL	<b>AUG</b>	189
9a) Erweiterung Augenmodell 1	<b>AUG1</b>	215
9b) Erweiterung Augenmodell 2	<b>AUG2</b>	216
10) BEUGUNG/MIKROSKOP	<b>BEU</b>	217
11) SPEKTRALPHOTOMETRIE	<b>SPE</b>	233
12) RÖNTGENSTRAHLEN	<b>RÖN</b>	253
13) RADIOAKTIVITÄT	<b>RAD</b>	275
13a) Erweiterung Radioaktivität	<b>RAD1</b>	297
14) DIALYSE	<b>DIA</b>	299
<b>IV) Lösungen zu den Aufgaben</b>		317
Klausuren (Originalbeispiele)		323
<i>Abb. 1</i>		

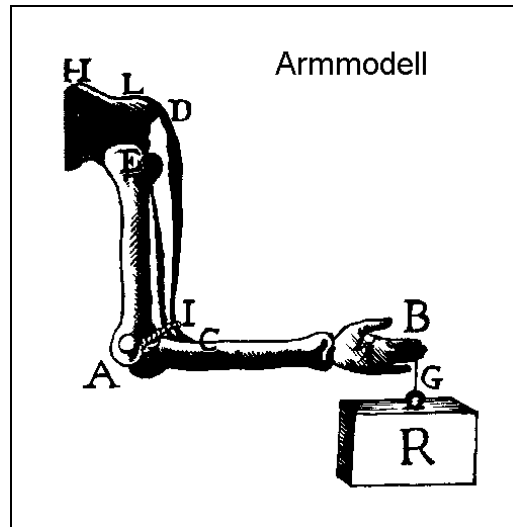
den, insbesondere aber den akademischen Mittelbau, der in der Regel diese Unterrichtsaufgaben zu übernehmen hat, wegen der erheblich aufwendigeren Einweisung der Studierenden in ihre Aufgaben eine enorme Belastung bedeutet. Tutorials können hier eine Entlastung bringen.

**Aufbau des Praktikums:** Die Praktikumsaufgaben sind - nur ganz kurz ausgeführt - im Sinne des von Herrn Mandl gerade beschriebenen situationsbezogenen Unterrichts aufgebaut (Abb. Armmodell). Das ist für Physikpraktika kei-

neswegs selbstverständlich. Alle physikalischen Versuche sind so konzipiert, daß sie einen auch für Medizinstudierende im ersten Semester erkennbaren möglichst relevanten Bezug zur Medizin haben. Sie sind aber auch mit fertigen Ärzten und den Praktikumsleitern des späteren Chemie-, Biochemie- und Physiologieunterrichts abgesprochen. Im Praktikum beträgt die Betreuungsrelation 8 - 10 Studierende. Die Betreuer sind entweder Doktoranden, wissenschaftliche Assistenten oder wissenschaftlichen Mitarbeiter in Lebenszeitstellungen. Diese Kollegen geben den Studierenden während ihres

Experimentierens Hilfestellungen, beantworten ihre Fragen und korrigieren ihre Versuchsausarbeitungen. Dazu gibt in diesem Praktikum eine traumhaft günstige Besonderheit: Wegen eines Zulassungseingpasses in der Anatomie der TU München (Medizin ist ein strenges Numerus-Clausus-Fach) besuchen dieses Praktikum nur 50 Studierende, die wir alle mit Namen kennen und ansprechen. Begonnen wird mit zwei Einführungsversuchen, die alle Studenten gleichzeitig zu Beginn des Praktikums zu machen haben. Sie bezwecken weniger die Vermittlung profunder physikalischer Kenntnisse, sondern vor allem das Einüben einfachster Praktikumsfertigkeiten, die sich natürlich wieder an späteren Fähigkeiten orientieren, die Ärzte später haben müssen, nämlich dem Aufnehmen und hinreichend übersichtlichen Aufschreiben und Auswerten von Messwerten. Bei diesen Versuchen werden die Studierenden ermutigt, bei Unklarheiten nicht nur die Praktikumsbetreuer zu befragen, sondern sich auch gegenseitig zu helfen.

Daran schließen sich Versuche mit einem Versuchsprogramm an, das die Studierenden motivieren soll, selbst physikalische Versuche zu machen. Wie kann man das erreichen? Ich versuche das damit zu erreichen, daß sie Meßwerte von ihrem eigenem Körper erheben, zum Beispiel ihr eigenes Trägheitsmoment. Dafür habe ich einen Drehteller vom Deutschen Museum geschenkt bekommen, den manchen Studierende sogar noch wiedererkennen. Ähnlich ist der Versuch Schallanalyse mit Schallpegelmessung konzipiert. Bei diesem Versuch können die Studierenden ins Freie gehen, um den Lärm auf der Straße zu messen. Sie können aber auch im Labor ihre eigene Stimme messen oder mit einem Audiometer ihr eigenes Audiogramm aufnehmen; das motiviert sie. Einige haben nach diesem Versuch sogar schon einen Facharzt aufgesucht. Beim Versuch Beugung/Mikroskop wird der Durchmesser der eigenen roten Blutkörperchen mit einem Laser und einem Mikroskop bestimmt. Beim Versuch Augenmodell können die Studierenden ihre eigene Brille und die Akkommodation ihrer Linse messen. Dieser Versuch ist außerdem vertieft durchführbar, d.h. Studierende mit einem besonderen Interesse können weitergehende Messun-



in: Häberle, D.; Schmirber, G. (Hg.): Zur Zukunft der Hochschullehre - Möglichkeiten zu ihrer Verbesserung, Berichte und Studien der Hanns-Seidel-Stiftung, München 1994, Band 69, Reihe Kulturpolitik  
*Nachschrift eines Vortrages*

gen durchführen. Dafür dürfen sie einen anderen Versuch weglassen. Diesem Konzept liegt zugrunde, daß die Studierenden sehr unterschiedlich vorgebildet und motiviert sind, weshalb ich den Unterricht differenzieren möchte, indem ich verschieden komplexe Möglichkeiten anbiete.

**Probleme der Lehre und der Lehrenden - Fachdidaktik:** Obwohl dieses Praktikum wegen der geringen Zahl an Teilnehmern - an der LMU absolvieren pro Semester etwa 400 Studenten ein ähnliches Praktikum - günstige Voraussetzungen für eine effiziente Ausbildung der Studierenden bietet, bedarf seine Planung, Organisation und Durchführung mehr als nur solider Kenntnisse in der Experimentalphysik. In früheren Jahren wurden deshalb einige Praktikumsversuche in enger Zusammenarbeit mit der Fachdidaktik für Physik für das Lehramt an Gymnasien der TU entwickelt. 1980 wurde diese Gruppe aufgelöst. Eine entsprechende Gruppe an der LMU ist überlastet. Für eine Wiedereinführung an der TU gibt es in der Fakultät keine Mehrheit. Sie hätte nicht nur den Vorteil, die entsprechende Gruppe an der LMU zu entlasten, sondern sie böte auch die Möglichkeit, die Hochschuldidaktik mitzuvertreten. Entsprechendes gälte für die Fachbereiche Chemie, Mathematik und Biologie.

**Heterogenität und Motivation des Lehrpersonals:** Die wissenschaftlichen Mitarbeiter der Fakultät Physik der TU tragen den überwiegenden Anteil der sog. Grundlehrlast. Diese umfaßt vor allem die Betreuung von Studierenden in Praktika, Übungen und Seminaren. Vorlesungen halten sie nicht. Das ist aber an anderen Physikfakultäten durchaus anders. Diese wissenschaftlichen Mitarbeiter setzen sich zusammen aus zeitlich befristeten Mitarbeitern - das sind meist Doktoranden - und zeitlich unbefristeten Mitarbeitern. Dabei spielt es keine Rolle, ob sie sog. Planstellen innehaben oder aus Mitteln bezahlt werden, die für Forschungszwecke eingeworben wurden (DFG, BMFT, etc.). Diese Regelung beruht auf der Überlegung, daß es eher ein Zufall sei, mit welchen Mitteln man, etwa zu Beginn einer Doktorarbeit bezahlt wird, daß es aber andererseits erhebliche Ungerechtigkeiten in einem Institut gäbe, wenn nur aus Planstellen bezahlte Mitarbeiter bei sonst gleicher Tätigkeit einen Teil ihrer Zeit für Lehre aufwenden müßten, während aus projektgebundenen Drittmitteln bezahlte Mitarbeiter dies nicht zu tun hätten. Juristisch einwandfrei ist dies sicherlich nicht. Andere Fakultäten handhaben dies durchaus anders. Pikante Unterschiede lassen sich dennoch nicht vermeiden. Mitarbeiter, die extern promovieren, etwa bei der Industrie oder in Max-Planck-Instituten oder Doktoranden mit einem Promotionsstipendium sind von Lehraufgaben freigestellt. Letztere können aber mit zusätzlicher Bezahlung am Unterricht teilnehmen. Es ist klar, daß dieses System die Bereitschaft wissenschaftlicher Mitarbeiter zu lehren kaum motiviert. Da außerdem Doktoranden unter erheblichem Qualifikationsdruck stehen und von ihnen wie selbstverständlich bei halber Bezahlung volle Arbeitszeit, z.B. 60 Stunden in der Woche und mehr erwartet wird, sinkt deren Motivation für die Lehre noch mehr. Der Wert der Lehre wird nicht eigentlich inhaltlich hoch geschätzt. Eine Anregung von mir zur Änderung dieser

in: Häberle, D.; Schmirber, G. (Hg.): Zur Zukunft der Hochschullehre - Möglichkeiten zu ihrer Verbesserung, Berichte und Studien der Hanns-Seidel-Stiftung, München 1994, Band 69, Reihe Kulturpolitik  
*Nachschrift eines Vortrages*

Einstellung ist, daß Staat und Industrie bei der Einstellung solcher Hochschulabsolventen nach deren früherer Lehrtätigkeit fragen sollten. Motivierend könnten ferner Kurse oder Seminare für wissenschaftliche Mitarbeiter über Vortragstechnik, Präsentationstechnik und Personalführung wirken. Industrieunternehmen tun dies längst. Allerdings ist unter den gegebenen Umständen die Motivation der meisten wissenschaftlichen Mitarbeiter, an solchen Kursen teilzunehmen sehr gering.

Demotivierend wirken natürlich auch bestimmte Einflußnahmen „von oben“. Dies möge beispielhaft folgender Satz zeigen: „Der Wissenschaftsrat schlägt vor, auf die bisherige Vermittlung der naturwissenschaftlichen Grundlagenfächer als eigenständige Unterrichtsfächer einschließlich der oft wenig auf die Medizin bezogenen Praktika zu verzichten“ (Empfehlungen des Wissenschaftsrates 1992). Dies ist natürlich ein Satz, der aus dem Zusammenhang gerissen ist; der Wissenschaftsrat hat sich sehr wohl Gedanken gemacht, wie man das Medizinstudium anders gestalten kann. Und tatsächlich sind solche Sätze zum Teil richtig. Dennoch dient ein solcher Satz nicht gerade der Eigenmotivation.

**Einheit von Forschung Lehre:** Die Frage der Einheit von Forschung und Lehre wurde ja auch auf dieser Tagung wiederholt diskutiert. In der Grundlehre ist sie, auch das soll am Beispiel des oben geschilderten Praktikums gezeigt werden, nicht notwendig. In dieser Form von Physikgrundlehre - Mediziner sind hier natürlich ein spezieller Fall - erlernen Studierende mehr Fertigkeiten. Diese Art von Ausbildung könnte man ohne wesentliche Einbuße in der Tat einer Fachhochschule übertragen. In diesem Zusammenhang ist ein Beitrag von Harald Fritsch in der Rubrik 'Meinungen' der Physikalischen Blätter (49 (1993), S. 91) unter der Überschrift „Forschung, Lehre, publizistische Tätigkeit - eine unerreichbare Dreieinigkeit?“ von Interesse. Hier heißt es: „Obwohl ständig von der Einheit von Forschung und Lehre gesprochen wird, dominiert im Selbstverständnis der heutigen Physiker eindeutig die Forschung. In seiner Autobiographie nimmt Victor Weisskopf hierzu Stellung. Er bedauert, daß in der Wissenschaft die Präsentation von Ideen einen weitaus geringeren Stellenwert hat als die Schaffung neuer Ideen - im Gegensatz z. B. zur Musik. Hier sind Musiker und Komponist in etwa gleichgestellt.“ Dazu wäre ein Wandel der Einstellung in der Bewertung von Forschung und Lehre erforderlich. Hier kann ich meine Skepsis nicht verhehlen. Verfestigte Einstellungen sind schwer zu ändern; das ist ein psychologisches Problem. Auch sind viele Kollegen an den Hochschulen der Meinung, daß Hochschulen und/oder Fakultäten aus sich selbst heraus kaum hinreichend bemerkbare Veränderungen erzielen können. Das ist nicht gerade ein Lob für die Selbsterneuerungskraft der Hochschulen, aber es ist sicher auch keine neue Feststellung.

**Ranking:** Anstöße für eine Verbesserung könnten dagegen von außen kommen. Dafür ein Beispiel. Die 1989 erschienene „Spiegel“-Umfrage bewirkte in unserer Fakultät erstmalig Volkesumfragen, deren Gesamtergebnis in der Zeitschrift 'Impulsiv' der Fachschaft Physik/mathematik vor kurzem erschien.

in: **Häberle, D.; Schmirber, G.** (Hg.): Zur Zukunft der Hochschullehre - Möglichkeiten zu ihrer Verbesserung,  
Berichte und Studien der Hanns-Seidel-Stiftung, München 1994, Band 69, Reihe Kulturpolitik  
*Nachschrift eines Vortrages*

Diese Vorlesungsumfragen wurden mit Unterstützung des Dekans und des jeweiligen für die Lehre in der Fakultät zuständigen Professors gemacht, die Fragebögen mit ihm vorher abgesprochen. Danach sind die Physikstudenten und -studentinnen mit ihrem Studium an der TU äußerst unzufrieden. Fast 50% fast aller Jahrgänge würden entweder woanders oder überhaupt nicht mehr Physik studieren. Diese Quote wird um so höher, je länger sie studieren. Dies betrifft zwar hauptsächlich Studierende, die sich schwächer einschätzen, - nur 17% der Studierenden, die sich selbst schwächer einschätzen und mindestens schon im 6. Semester sind, würden wieder an der TU Physik studieren -, aber auch Studierende, die sich selbst eher besser einschätzen, würden nur ungefähr zur Hälfte wieder an der TU Physik studieren. Die Fakultät ist in Bewegung gekommen. Es wird jetzt mit dem Dekan und den Studierenden ein Rundtischgespräch geben. Eine neue Studienordnung ist in Diskussion. Demgegenüber erbrachten zehn Jahre akademischer Diskussion, und da ist akademisch schon negativ gemeint, fast gar nichts. Die Einstellung zu Lehre und Forschung könnten Fakultäten in sich selbst verändern, sie brauchen dazu gar nicht mal viel Geld. Es bedarf aber offenbar äußerer Anlässe oder winziger Anregungen, die Arbeitgeben weiter aufgreifen und nachfragen könnten.