

## PHYSIKALISCHES PRAKTIKUM FÜR MEDIZINER

Ein Konzept für das Vorklinikum an der Technischen Universität München

Bei der Neueinrichtung von ganzen Praktika, wie es für das gesamte vorklinische Studium an der Technischen Universität München gerade der Fall ist, bietet sich die Chance, Ideen zu verwirklichen, die sich in historisch gewachsenen Kursen nur schwerer umsetzen lassen. Im Folgenden werden einige Leitideen für die Realisierung des physikalischen Praktikums diskutiert.

Die Physik ist für die Medizin eine - wenn auch vielleicht nicht ganz unwichtige - Hilfswissenschaft; der Physikunterricht, d.h. Vorlesung und Praktikum im vorklinischen Studium sollen gemäß dem Gegenstandskatalog für die ärztliche Vorprüfung (1. Auflage, 1973; in der zweiten Auflage nicht mehr enthalten!) u. a. dem Studenten helfen, dem weiteren vorklinischen und klinischen Unterricht kritisch zu folgen. Mit einem physikalischen Praktikum können speziell

- Aufbau von Messanordnungen
- Durchführung und Kontrolle von Messungen
- Auswertung von Meßdaten und Fehleranalyse
- Diskussion der Meßergebnisse

am konkreten physikalischen Beispiel geübt werden.



Nicht angestrebt oder erreicht werden soll mit dem Praktikum:

- ein besonderes technisches oder biophysikalisches Spezialwissen
- ein physiologisches Praktikum vorwegzunehmen
- vertiefte mathematische Spezialkenntnisse oder Auswertungsmethoden
- den Besuch einer Vorlesung zu ersetzen usw.

Ausgehend von solchen allgemeinen Leitideen wurden für das physikalische Praktikum an der Technischen Universität München eine Reihe von Versuchen aufgebaut. Folgende weitere Forderungen wurden u. a. beim Aufbau der Versuche berücksichtigt:

- a) die Versuchsinhalte müssen physikalisch relevant sein
- b) die Versuchsinhalte müssen auf die Voraussetzungen der Studenten abgestimmt sein, d. h. insbesondere keine zu hohen mathematischen Anforderungen z. B. in den Versuchsanleitungen enthalten; die Studenten befinden sich meist im 1. Semester und müssen sich in die neue Umgebung Universität mit z. T. anderen Arbeitsmethoden erst eingewöhnen.
- c) die Versuche sollen einen Bezug zur Medizin haben, der auch für Studenten im 1. Semester einsichtig gemacht werden kann.
- d) die Motivation der Studenten soll zusätzlich dadurch angeregt werden, daß Meßwerte vom eigenen Körper gewonnen werden (z. B. Trägheitsmoment des eigenen Körpers, Durchmesser der eigenen Erythrozyten, eigenes EKG als Anwendungsdarstellung periodischer Vorgänge beim Oszilloskop usw.)
- e) die Versuche sollen variabel sein, d. h. daß Durchführung und Ergebnisse so abgewandelt werden können, daß nicht jeder Student stets das gleiche herausbekommen muß.

- f) die Versuche sollen vertieft durchgeführt werden können, d.h. daß interessierte Studenten einen Versuch erweitern (mehr messen) können und dafür einen anderen Versuch weglassen (wichtig bei heterogenem Adressatenkreis).
- g) die Versuche sollen - soweit notwendig - inhaltlich abgestimmt sein mit Nachbardisziplinen wie Chemie, Biologie, Physiologie.
- h) die Versuche müssen robust sein, leicht reparierbar und nicht allzu teuer, sie müssen den Sicherheitsbestimmungen genügen, sie sollen als Demonstrationsversuche auch in der Vorlesung verwendbar sein usw.
- i) neben einfachen und klaren Aufbauten sollen auch kompliziertere (Black-Box) Geräte z. T. sogar aus der klinischen Anwendung zum Einsatz kommen.

Nicht bei jedem Versuch kann jeder dieser Punkte gleich gut erfüllt werden. Beispielhaft seien die Punkte erläutert an folgendem, schon fertig aufgebauten Versuch:

#### **Beugung an Erythrozyten/Mikroskop:**

Bei diesem Versuch wird der mittlere Durchmesser von Erythrozyten (vorgegebene Präparate inkl. pathologischer Fälle, menschliches und tierisches Blut, oder auch eigenes Blut) einmal mittels Beugung durch einen Laser, zum anderen mittels herkömmlichem Ausmessen mit einem Mikroskop bestimmt. Der Versuch erlaubt es, zwei verschiedene Meßmethoden miteinander zu vergleichen, Sicherheitsvorschriften im Umgang mit Lasern werden angesprochen, physikalische Aspekte der Verwendung von Lasern in der Medizin werden diskutiert, Transfer zu anderen Gebieten der medizinischen Physik (z.B. zulässige Dosisleistung) ist möglich.

Der Versuch berührt wichtige Teilgebiete der Physik. Die mathematischen Voraussetzungen sind gering; ein medizinischer Bezug ist unmittelbar erkennbar. Der Versuch ist variabel im Aufbau, er ist vertieft durchführbar, er hat Querverbindungen zu Biologie, Physiologie. Der Versuch ist robust usw.

Der Versuch kostet mit Zubehör ca. DM 3000.- und ist damit nicht gerade billig. Aus finanziellen Gründen kann man ihn nicht so oft aufbauen, wie es der halben Zahl der Studenten entspricht (bei Versuchen mit Zweiergruppen). Da dies auch für eine Reihe anderer Versuche zutrifft, muß man im Allgemeinen ein sog. Rotationspraktikum veranstalten, d. h. jeder Versuch läuft an jedem Versuchstag. Das hat die unangenehme Konsequenz, daß in der Mehrzahl der Fälle Vorlesungsinhalt und Praktikumsversuch zeitlich auseinandergerissen sind und daß die Versuche nicht aufeinander aufbauen können. Es kann vorkommen, daß ein Student als ersten Versuch überhaupt im Praktikum Atomphysik (Radioaktivität) machen muß. Er hat dann nicht nur mit inhaltlichen Schwierigkeiten zu tun, sondern insbesondere zu Studienbeginn auch noch mit formalen Problemen zu kämpfen, wie z. B. Meßwerte rationell aufnehmen und anordnen, Gliedern eines Protokolls, Diagramme übersichtlich zeichnen usw. Die Wechselwirkung zwischen inhaltlichen und formalen Schwierigkeiten und darüber hinaus mit sozialen Faktoren, wie z. B. Unsicherheit aufgrund neuer Umgebung, darf nicht übersehen werden.

An der Technischen Universität wird deshalb zunächst in einem Hörsaal ein vom physikalischen her gesehen leichter Versuch (Boyle-Mariottesches Gesetz mit einer luftdichten Kunststoffspritze und Gewichten; Kosten des Versuchs ca. 20.- DM) durchgeführt. Jeder Student bzw. jede Zweiergruppe erhält einen Versuchssatz. Jeder führt nach mündlicher Erklärung durch den Praktikumsleiter den Versuch selbst durch, wobei übrigens nicht jeder dieselben Meßwerte erhält.

Idee dabei ist, an dem inhaltlich leichten Beispiel eine Reihe von Punkten zu demonstrieren, die bekanntermaßen vielen Studienanfängern Schwierigkeiten bereiten: Meßwertaufnahme, Anlegen einer Tabelle, Auftragen der Meßwerte in Millimeterpapier, Auswertung usw. Auftretende Schwierigkeiten, die repräsentativ sind, sollen sofort besprochen werden.

Am zweiten Praktikumstag führt jede Zweiergruppe einen physikalisch gesehen noch immer leichten Versuch (Anwendung des Hebelgesetzes auf ein Modell des menschlichen Armes; Kosten des Versuchs beim Anfertigen in einer Institutswerkstätte ca. DM 300.-) selbständig im Praktikum durch, wobei die formalen Kenntnisse weiter konsolidiert werden sollen.

Erst dann setzt das normale Rotationspraktikum ein.

Es soll nicht verschwiegen werden, daß die Vorklinik der Technischen Universität München zunächst nur mit 40 Studenten beginnt; der Ausbau für 150 Studenten ist geplant. Das bedeutet natürlich, daß Konzepte realisiert werden können, die bei Massenveranstaltungen viel schwieriger durchzusetzen sind.

Nur erwähnen möchte ich hier, daß ein freiwilliger mathematischer Vorkurs angeboten werden soll, der nach vorliegenden Erfahrungen aus der Universität Göttingen auch wirklich zum großen Teil von den Studenten in Anspruch genommen wird, die es brauchen.

Irgendwie muß schließlich festgestellt werden, ob die gesteckten oder die vorgegebenen Ziele wirklich erreicht werden. Gemäß der der Approbationsordnung muß der Student regelmäßig und mit Erfolg am Praktikum teilnehmen. Der Erfolg wird nach verschiedenen Methoden überprüft:

- durch Bewertung der Versuchsausarbeitungen
- durch mündliche Gespräche
- durch schriftliche Prüfungen (Multiple-choice-Fragen, offene Fragen, Auswertung einer Meßreihe)
- evtl. durch praktische Prüfungen (einfacher Kurzversuch wird unter Aufsicht durchgeführt; an sich die Methode für ein Praktikum, aber sehr personalaufwendig!)

Das Gewicht der Einzelbewertungen wird mittels eines Punktesystems zu einer Gesamtbewertung zusammengezogen. Wichtig ist dabei, sich nicht nur auf eine Methode zu stützen, die leicht einseitig prüft.

Mit den Prüfungen sind natürlich viele weitere Fragen verbunden:

- Erfolgsmaßstab: lernziel- oder durchschnittsorientiert?  
(angestrebt sind lernzielorientierte Messungen)
- Verwendung von Hilfsmitteln?  
(vorgesehen ist eine differenzierte Verwendung je nach Art und Inhalt der Prüfung)
- beliebige Wiederholung der Prüfungen?  
(bei lernzielorientierten Prüfungen eigentlich höchstens ein personelles Problem)
- Öffentlichkeit von Prüfungen?  
(gedacht ist an eine eingeschränkte Öffentlichkeit mit Zustimmung der Kandidaten)



Aus Platzgründen können diese Punkte hier nicht ausdiskutiert werden.

Nur andeuten möchte ich schließlich das sehr wichtige Problem der Betreuer bzw. Tutoren im Praktikum. Nach welchen Kriterien werden Betreuer ausgesucht? Wird ihre spezielle fachliche Qualifikation für das Praktikum für Mediziner überprüft? Sind die Betreuer überhaupt im Allgemeinen motiviert, den Medizinstudenten etwas beizubringen? Gibt es Schulungskurse für Betreuer (wie z. B. an der Universität Marburg), in denen weniger fachliche sondern mehr allgemeine lernpsychologische Grundkenntnisse o. ä. (wie prüfe ich mündlich, ohne Angst beim Kandidaten hervorzurufen?) vermittelt werden. Bei dem zunächst kleinen Praktikum an der Technischen Universität lassen sich diese Fragen relativ leicht in persönlichen Gesprächen klären.

Es ist sicher, daß in diesem kurzen Aufsatz ein Reihe von Problemen nur gestreift, einige auch gar nicht erwähnt werden konnten.

Für Rückfragen steht der Verfasser gerne zur Verfügung.

Dr. C. Ucke, Physikdepartment Technische Universität München