

## Lernwirksamkeit adressatenspezifischer Praktikumsversuche aus Sicht der Physiologie

Michael Plomer<sup>\*,+</sup>, Karsten Jessen<sup>\*</sup>, Georgi Rangelov<sup>\*</sup>, Michael Meyer<sup>+</sup>

\*Ludwig-Maximilians-Universität München, Physikalische Praktika, Edmund-Rumpler-Str. 9, 80939 München.

<sup>+</sup>Ludwig-Maximilians-Universität München, Physiologisches Institut, Pettenkoflerstr. 12, 80336 München.

michael.plomer@physik.uni-muenchen.de; karsten.jessen@physik.uni-muenchen.de;

georgi.rangelov@physik.uni-muenchen.de; michael.meyer@lrz.uni-muenchen.de;

### Kurzfassung

Der Erwerb physiologisch relevanter physikalischer Grundlagen wird von Dozenten der medizinischen Vorklinik in einer Umfrage an der LMU München als wichtigstes Lernziel für das Physikpraktikum genannt. Im Rahmen einer fächerübergreifenden Arbeit wurde die Lernwirksamkeit eines Physikpraktikums für Mediziner innerhalb der Physiologie untersucht. In zwei Datenerhebungen wurde dazu der Wissensstand von jeweils ca. 300 Studierenden des Wintersemesters 2008/09 (traditionelle Experimente) und Wintersemester 2009/10 (neu entwickelte adressatenspezifische Experimente) erhoben. Als Erhebungsinstrument diente dabei ein Wissenstest, bestehend aus Concept Maps sowie MC-Fragen zur Physiologie von Nervenzellen.

Während es den Studierenden innerhalb des traditionellen Physikpraktikums nur unzureichend gelingt, die Konzepte der Physik selbständig mit der Physiologie zu verknüpfen und innerhalb einer physiologischen Fragestellung physikalisch zu argumentieren, konnte dies durch die adressatenspezifische Gestaltung verbessert werden. Die Auswertung der erstellten Concept Maps zeigt, dass der Umfang des vorhandenen Wissens hochsignifikant gesteigert werden konnte.

### 1. Einleitung

Das Medizinstudium verlangt von den Studierenden unter anderem das Absolvieren eines physikalischen Praktikums [1]. Neben Methoden wissenschaftlichen Arbeitens sollen die Studierenden dort Wissen über physikalische Begriffe und Gesetzmäßigkeiten erwerben, welches sie vor allem in der Physiologie benötigen [2].

### 2. Traditionelle und adressatenspezifische Physikexperimente

Traditionelle Experimente im Physikpraktikum für Mediziner sind häufig eine reduzierte Variante der Experimente für Physiker. Die Studierenden setzen sich innerhalb physikalischer Anwendungen und Fragestellungen mit den physikalischen Begriffen auseinander und untersuchen verschiedene Gesetzmäßigkeiten (Abbildung 1A).

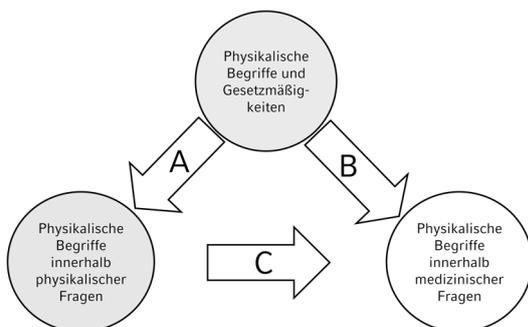


Abbildung 1: Traditionelle Experimente innerhalb von Physik und Physiologie.

Dabei sollen sie ihr physikalisches Wissen vertiefen und idealerweise Theorie und Praxis im Experiment verknüpfen. Die Verknüpfung mit der Medizin bleibt ihnen selbst überlassen (B, C).

Auch in adressatenspezifischen Experimenten sollen die Studierenden im Rahmen des Praktikums die physikalischen Begriffe und Zusammenhänge im Experiment vertiefen (Abbildung 2A). Allerdings werden durch die neue Gestaltung der Versuche Synergie-Effekte genutzt, indem die Verknüpfung der physikalischen Begriffe mit der medizinischen Anwendung im Gegensatz zur traditionellen Variante nicht zusätzlich erfolgen muss, sondern in Teilen bereits im Praktikum erfolgt (B).

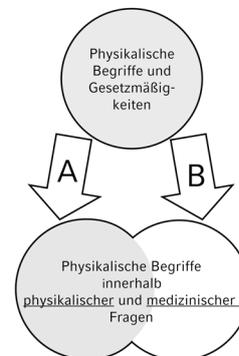


Abbildung 2: Adressatenspezifische Experimente innerhalb von Physik und Physiologie.

Im Rahmen dieser Studie wurden zwei traditionelle Versuche zur Elektrizitätslehre durch zwei neu ent-

wickelte adressatenspezifische Experimente ersetzt. Die zugehörigen Praktikumsanleitungen finden sich unter [3].

### 3. Studiendesign

In einer interdisziplinär angelegten Feldstudie wurde exemplarisch für den Bereich der Physiologie von Nervenzellen beziehungsweise der Elektrizitätslehre der Lernerfolg im physikalischen Praktikum aus Sicht der Physiologie untersucht.

Dieser Artikel baut auf einem Beitrag zur Frühjahrs-tagung 2009 in Bochum auf [4]. Darin wurde das Design der Studie sowie die zeitlichen Rahmenbedingungen bereits vorgestellt. Dort und in [5-7] findet man auch einen Abriss der getesteten biophysikalischen Beschreibung von Nervenzellen.

Der Wissensstand von zwei aufeinanderfolgenden Jahrgängen von Medizinstudierenden der Ludwig-Maximilians-Universität München wurde erhoben. Die Studierenden der Kontrollgruppe ( $N=287$ ) arbeiteten mit traditionellen, die der Treatmentgruppe ( $N=287$ ) mit neu entwickelten adressatenspezifischen Experimenten. Der Test fand im Rahmen des Physiologiepraktikums statt und bestand aus dem Erstellen einer Concept Map sowie der Beantwortung mehrerer Multiple-Choice Fragen. Die Studierenden beider Jahrgänge hatten zum Zeitpunkt des Tests die beiden Versuche zur Elektrizitätslehre sowie die Vorbesprechung zum Physiologiepraktikum absolviert. In den Versuchen des Physikpraktikums wurden in beiden Jahren dieselben Begriffe in unterschiedlich gestalteten Experimenten behandelt. Darüber hinaus war noch keine Klausurvorbereitung der Studierenden erfolgt.

Im Anschluss wurden die Tests korrigiert und verschiedene Scores berechnet. Interrater-Reliabilität und Validität des Tests wurden kontrolliert. Eine ausführlichere Darstellung findet sich in [8].

### 4. Ergebnisse und Diskussion

Für jede Concept Map wurde ein Gesamtscore berechnet. Dieser entspricht der Anzahl der korrekt formulierten Propositionen der Concept Map. Die Qualität der Aussagen wurde dabei nicht berücksichtigt. Außerdem wurde für jede Proposition die relative Häufigkeit der richtigen Nennung von Kontroll- und Treatmentgruppe bestimmt und damit eine für den Wissensstand der Studierenden beider Gruppen jeweils repräsentative Concept Map erstellt. Der Score dieser Map entspricht jeweils dem Mittelwert von Kontroll- bzw. Treatmentgruppe, und die eingezeichneten Propositionen sind die jeweils am häufigsten genannten.

Der Mittelwert des Gesamtscores der Kontrollgruppe beträgt  $M=5,08$  ( $SD=2,01$ ). Die entsprechende Map (Abbildung 3) zeichnet sich dadurch aus, dass kaum Netzwerkstruktur zu erkennen und wenig Transferwissen vorhanden ist.

Erstellen Sie eine Concept Map. Folgende Begriffe stehen zur Auswahl:  
Membran, Myelin, Widerstand, Elektrischer Isolator, Ionenkanal, Kondensator, RC-Glied

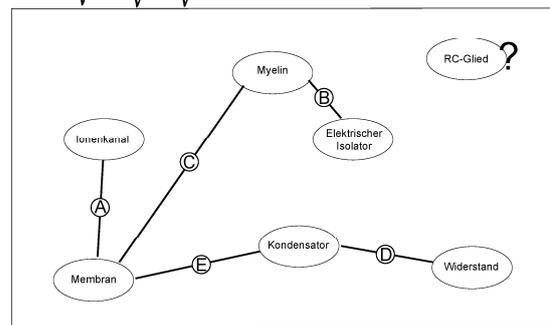


Abbildung 3: Eine für den Wissensstand der Kontrollgruppe repräsentative Concept Map.

Der Gesamtscore der Treatmentgruppe ist deutlich besser, er beträgt  $M=9,58$  ( $SD=2,90$ ). Die repräsentative Concept Map (Abbildung 4) weist eine viel stärker ausgeprägte Netzwerkstruktur auf und zeichnet sich dreimal so viele fächerübergreifende Propositionen aus.

Erstellen Sie eine Concept Map. Folgende Begriffe stehen zur Auswahl:  
Membran, Myelin, Widerstand, Elektrischer Isolator, Ionenkanal, Kondensator, RC-Glied

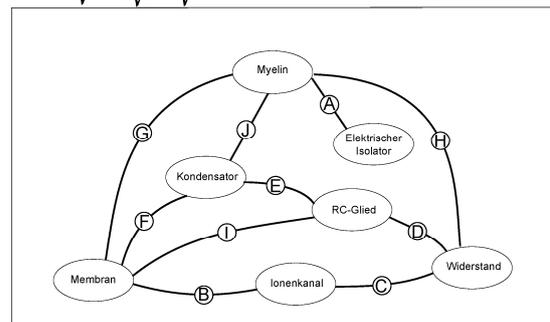


Abbildung 4: Eine für den Wissensstand der Treatmentgruppe repräsentative Concept Map.

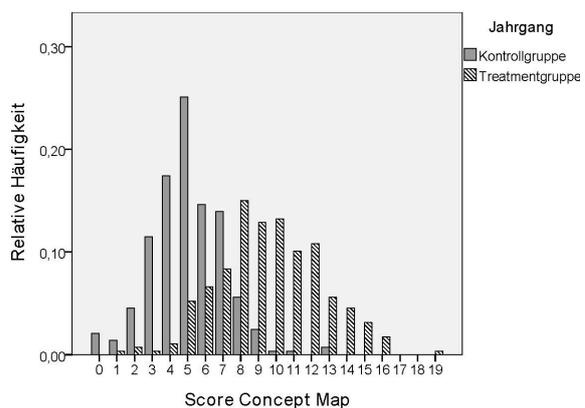


Abbildung 5: Verteilung der Anzahl der richtig formulierten Propositionen der Concept Map für die Studierenden von Kontroll- und Treatmentgruppe.

Eine statistische Analyse zeigt einen höchstsignifikanten Unterschied der Mittelwerte ( $T_{509,3}=-21,6$ ;  $p<0,001$ ), die entsprechende Effektstärke ist mit  $d=1,80$  sehr groß (Abbildung 5).

Neben dem Gesamtscore ist aus physikalischer Sicht ein Blick auf die rein physikalischen Propositionen interessant. In Tabelle 1 finden sich die fünf möglichen Physikpropositionen – jeweils abgekürzt durch die beiden verknüpften Begriffe – und ihre relativen Häufigkeiten der korrekten Nennung für die Studierenden von Kontroll- und Treatmentgruppe.

| Propositionen          | Relative Häufigkeit |                 |
|------------------------|---------------------|-----------------|
|                        | Kontrollgruppe      | Treatmentgruppe |
| Widerstand-RC-Glied    | 0,17                | 0,83            |
| Widerstand-Isolator    | 0,18                | 0,24            |
| Widerstand-Kondensator | 0,41                | 0,09            |
| Kondensator-RC-Glied   | 0,18                | 0,82            |
| Kondensator-Isolator   | 0,11                | 0,42            |

**Tabelle 1:** Relative Häufigkeit der korrekten Nennung einer Proposition zwischen zwei verknüpften physikalischen Begriffen für Kontroll- und Treatmentgruppe.

Die jeweils im Experiment untersuchten Zusammenhänge werden am häufigsten genannt (Kontrollgruppe: Frequenzabhängigkeit des kapazitiven Widerstands; Treatmentgruppe: RC-Glied). Dass sich die relativen Häufigkeiten durch die Einführung der neuen Experimente verschoben haben überrascht nicht. Bezeichnend ist jedoch, dass die Werte für die Treatmentgruppe in absoluten Zahlen sehr viel höher liegen: Der Aufbau des RC-Glieds wurde von über 80% genannt, während die Frequenzabhängigkeit des Widerstands nur von gut 40% formuliert werden konnte. Aber auch für die restlichen Propositionen liegen die Häufigkeiten für die Treatmentgruppe höher, auch wenn die physikalischen Inhalte dieser Aussagen durch die Neugestaltung des Experiments nicht direkt betroffen waren.

## 5. Zusammenfassung

Der Zuwachs an fächerübergreifendem Wissen, macht deutlich, dass adressatenspezifische Experimente im Physikpraktikum einen echten Mehrwert für das Studium der Humanmedizin darstellen. Der Zuwachs auch der rein physikalischen Aussagen kann als Indiz dafür gewertet werden, dass die Einführung adressatenspezifischer Experimente nicht

zwingendermaßen zulasten der zu vermittelnden physikalischen Inhalte gehen muss.

## 6. Literatur

- [1] Bundesministeriums für Gesundheit, *Neue Approbationsordnung für Ärzte* (Stand 2003), <http://www.approbationsordnung.de/AO/ao-neu.pdf>, abgerufen am 25. März 2010.
- [2] Theyßen H., *Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin*. Logos Verlag, Berlin, 2000.
- [3] Physikalische Praktika – Fakultät für Physik der LMU München, *Praktikum der Physik für Studierende der Humanmedizin. Anleitungen zu den Experimentellen Übungen*, <http://www.physik.uni-muenchen.de>  
Eine Login-Kennung erhalten Sie unter [georgi.rangelov@physik.uni-muenchen.de](mailto:georgi.rangelov@physik.uni-muenchen.de)
- [4] Plomer M et al., *Der Wissenstransfer aus der Physik in die Physiologie – Untersuchung am Physikpraktikum für Mediziner an der LMU München*. In: Nordmeier et al. (Hrsg.): *Didaktik der Physik - Bochum 2009*. Berlin: Lehmanns Media, 2009.
- [5] Schmidt, R., Lang, F. (Hrsg.), *Physiologie des Menschen. Mit Pathophysiologie*. Springer Verlag, Berlin, 2007, 30. Auflage. Seite 56-92.
- [6] Schumacher, D., Theyßen, H., *RC-Schaltungen als einfache Nervenmodelle*. In: Ralle, B. (Hrsg.), *MNU, Der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht*, Band 53(3). Dümmler Verlag, Köln, 2000, 1. Auflage, Seite 164-170.
- [7] Herman, I., *Physics of the Human Body: A Physical View of Physiology*. Springer Verlag, Berlin, 2007, 1. Auflage. Seite 720-742.
- [8] Plomer et al., *Teaching physics in a physiologically meaningful manner*, Physical Review Special Topics – Physics Education Research (zur Veröffentlichung eingereicht).

*Diese Arbeit wurde durch ein Begabtenstipendium der Hanns-Seidel-Stiftung aus Mitteln des BMBF gefördert.*