

Tobias Mühlenbruch
Volkhard Nordmeier

Freie Universität Berlin

Optimierung naturwissenschaftlicher Experimentalpraktika

Naturwissenschaftliche Experimentalpraktika

Experimentalpraktika sind eine Form praktischer Arbeit, bei der Experimente in dafür vorgesehenen und speziell ausgestatteten Lernumgebungen durchgeführt werden. Die Lernenden setzen sich in diesen Lernsituationen mit Geräten auseinander, beobachten Phänomene unter Laborbedingungen und erlernen naturwissenschaftliche Arbeitsweisen (vgl. Hucke, 1999, S. 4; Diemer et al., 1998, S. 3-4).

Die Zielsetzungen von Praktika zeigen auch die große Hoffnung auf, die in diese Form der Lehre gesetzt wird. So werden von der American Association of Physics Teachers (AAPT) fünf Ziele von physikalischen Grundpraktika zusammengefasst: 1. *The Art of Experimentation*, 2. *Experimental and Analytical Skills*, 3. *Conceptual Learning*, 4. *Understanding the Basis of Knowledge* und 5. *Developing Collaborative Learning Skills* (vgl. AAPT, 1998).

Ähnliche Ergebnisse gehen auch aus einer europäischen Studie hervor, in der Welzel et al. (1998) Lehrende zu den Zielen beim Experimentieren in der naturwissenschaftlichen Ausbildung befragten. Zentrale Befunde dieser Studie waren fünf Hauptzielkategorien, die Lehrende mit naturwissenschaftlichen Praktika erreichen wollen:

- Verbindung von Theorie und Praxis
- Erwerb experimenteller Fähigkeiten
- Kennenlernen von Methoden wissenschaftlichen Denkens
- Motivation zur Weiterentwicklung der Persönlichkeit und sozialer Kompetenzen
- Schaffen von Möglichkeiten für Lehrende, das Wissen der Lernenden zu überprüfen.

In der Studie wurden diese Kategorien auch nach ihrer Wichtigkeit bewertet. Dabei wurden die ersten drei Zielkategorien als die wichtigsten benannt. Deutlich geringer wird die Wichtigkeit der vierten Kategorie eingeschätzt. Der fünften Kategorie (das Schaffen von Möglichkeiten für Lehrende, das Wissen der Lernenden zu überprüfen) wird unter diesen Kategorien die geringste Bedeutung zugeschrieben (vgl. Welzel et al., 1998). Die Ziele der AAPT (1998) sind in den Zielkategorien von Welzel et al. (1998) wiederzufinden. Damit erscheint das Bild konsistent.

Ob Praktika in ihren Zielen und Umsetzungen heutigen Anforderungen entsprechen, kann durchaus kritisch gesehen werden. So bemängeln Diemer et al. (1998), dass viele Praktika seit mehr als 50 Jahren unverändert sind und daher nicht mehr zeitgemäß auf das vorbereiten, was die Studierenden nach ihrem Studium erwartet. Die Gründe für die fehlenden Veränderungen sehen sie u. a. in den fehlenden Ressourcen (personell und finanziell), in den gegebenen Rahmenbedingungen durch die Curricula, welche durch die Trägheit des Bildungssystems noch verstärkt werden, aber auch darin, dass sich die bestehenden Strukturen seit Jahren bewährt haben und Neuerungen auch die Risiken von Fehlentwicklungen mit sich bringen (vgl. Diemer et al., 1998, S. 3–10). Auch Neumann (2003) stellt fest, dass Praktika oft nicht ihre intendierte Wirkung erzielen. Dabei lehnt er sich an Ruickoldt (1996) an, der ebenfalls feststellte, dass Praktika oft weder die Voraussetzungen für Nachfolgepraktika, noch für das Schreiben einer experimentellen Abschlussarbeit schaffen.

Aufbauend auf den genannten Problemen nennen Diemer et al. (1998) Gründe, warum bestehende Praktika – dies gilt u. E. auch heute noch – einer Erneuerung bedürfen: 1. Die Arbeitswelt der Naturwissenschaften verändert sich drastisch, daher müssen Praktika diesen Gegebenheiten angepasst werden. 2. Die Versuchsaufbauten und Messtechniken sind veraltet. Durch den Einsatz moderner Messtechnik und Datenverarbeitung können neue Bereiche

zugänglich gemacht werden. 3. Computereinsatz in Praktika geschieht oft ohne didaktisch sinnvolle Einbindung. Häufig wird eine Einbindung von Computern nur stückweise durchgeführt, sodass die Versuche aufgrund fehlender Struktur schwieriger zu durchschauen sind. Praktikumsbestandteile wie Versuchsanleitungen und Aufgabenstellungen sollten demnach angepasst und auch der Computereinsatz im Praktikum sollte bei einer Reform überdacht werden.

Optimierungsbestreben seit 2000

Um 2000 begannen in Deutschland verschiedene Projekte, die zum Ziel hatten, Praktika auf unterschiedliche Weise zu verbessern und dabei Multimedia-Elemente einzusetzen. Als Beispiele aus dem Bereich physikalischer Praktika sind die Arbeiten von Hucke (1999), Sander (2000) und Theyßen (2000) zu nennen. Die Ergebnisse in diesem Bereich zeigen, dass ein Computereinsatz im Praktikum allein nicht zwingend den Lernerfolg erhöht. So konnte Hucke (ebd.) z. B. keinen einfachen bzw. direkten Zusammenhang zwischen Computereinsatz und Wissenserwerb im Praktikum nachweisen. Er belegte aber, dass die Arbeit mit Modellbildungssystemen dazu führte, dass Studierende ihre Handlungen häufiger auf der abstrakten kognitiven, also der physikalisch-theoriegeleiteten Ebene regulieren (vgl. Hucke, 1999).

In den Arbeiten von Hüther et al. (2004) und Hüther (2005a; 2005b) wurde – u. a. aufbauend auf der Arbeit von Theyßen (2000) – der Einsatz von Hypermedia in physikalischen Nebenfachpraktika untersucht. Es wurden in diesem Zusammenhang mehrere Studien durchgeführt, in denen die Studierendengruppen, die das Hypermediaangebot nutzten, bei der Überprüfung der Lernwirksamkeit besser abschnitten, als die Kontrollgruppen ohne Hypermediaangebot. Ein Zusatzergebnis ist, dass Hypermedia-Lernangebote deutlich lernwirksamer für Anwendungsaufgaben sind, wenn keine Musterlösungen (stattdessen Tipps und Hinweise) angeboten werden.

Nagel (2009) erneuerte das Physikpraktikum für alle Physikstudierenden an der Universität Wien u. a. auf Grundlage dieser Ergebnisse und gestaltete eine eLearning-Umgebung zur Vorbereitung auf die Praktikumsversuche und evaluierte seine Arbeit. Er stellte fest, dass die eLearning-Umgebung geeignete Rahmenbedingungen für einen Leistungszuwachs im Praktikum schaffte. Er fand in seiner deskriptiven Analyse auch heraus, dass es unterschiedliche Nutzertypen („Individualnutzer“ und „Intensivnutzer“; ebd.) gab. Das eLearning-Angebot konnte beiden Nutzertypen gerecht werden und lässt damit eine Individualisierung des Lernprozesses zu. Ein weiteres Ergebnis war, dass die Studierenden in der Mehrheit zusätzliche eLearning-Angebote wahrnahmen. Dabei fanden 75 % der Studierenden die eLearning-Angebote hilfreich, um eigenes mangelndes Vorwissen auszugleichen. In seiner deskriptiven Analyse zeigte Nagel, „[...] dass eine bessere Vorbereitung der Studierenden auf das Praktikum im Vergleich zur Situation vor Einführung der eLearning-Umgebung allein schon durch die Vielfalt und Freiheiten in der Nutzung möglich scheint“ (Nagel, 2009, S. 153). Es ist damit gelungen, durch die eSkripte und Zusatzinformationen Unterschiede im Vorwissen auszugleichen. Nagel und Wolny (2013) wendeten dieses Konzept im Zusammenhang mit einer didaktischen Rekonstruktion auf ein Nebenfachpraktikum – das physikalische Praktikum für Ernährungswissenschaftler – an und erzielten auch hier positive Resultate bei der adressatenspezifischen Verbesserung des Praktikums.

Kreiten (2012) gestaltete ein physikalisches Praktikum webbasiert auf der Grundlage des Learning Management Systems ILIAS um. Auch sie fand heraus, dass elektronische textbegleitende Aufgaben die experimentelle Vorbereitung positiv unterstützen. Die Versuchsgruppe, die die webbasierten Materialien nutzte, schnitt in den Leistungstests stets besser ab, als die Kontrollgruppe. Die webbasierten Aufgaben erhöhten den Lernerfolg im Physikpraktikum. Dieser Effekt erwies sich außerdem als genderneutral.

Beiträge des Symposiums

In diesem Symposium zur Optimierung naturwissenschaftliche Praktika werden die aktuellen Vorhaben bzw. Arbeiten zweier Arbeitsgruppen an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen und an der Freien Universität Berlin vorgestellt. So stellen zwei Beiträge die Ergebnisse von Evaluationen für eine bedarfsgerechte multimediale Unterstützung und ein Evaluationskonzept zur Kompetenzorientierung von Praktika der Freien Universität vor. An der RWTH werden ebenfalls multimediale Elemente, wie Lernvideos oder Interaktive Bildschirmexperimente eingesetzt, um das Nebenfachpraktikum zu verbessern. Des Weiteren wurde eine neue Feedbackkultur eingeführt, die den Lernerfolg erhöht.

Literatur

- American Association of Physics Teachers (1998): Goals of the Introductory Physics Laboratory. In: American Journal of Physics (6), S. 483–485. Online verfügbar unter <http://scitation.aip.org/content/aapt/journal/ajp/66/6/10.1119/1.19042>, zuletzt geprüft am 06.11.2013.
- Diemer, U.; Baser, B.; Jodl, H.J. (1998): Computer im Praktikum: Moderne physikalische Versuche. 1. Aufl.: Springer.
- Hucke, L. (1999): Handlungsregulation und Wissenserwerb in traditionellen und Computergestützten Experimenten des physikalischen Praktikums. Dissertation. Universität Dortmund, Dortmund.
- Hüther, M. (2005a): Evaluation einer hypermedialen Lernumgebung zum Thema Gasgesetz: Eine Studie im Rahmen des Physikpraktikums für Studierende der Medizin: Logos-Verlag.
- Hüther, M. (2005b): Vergleichende Untersuchung zur Lernwirksamkeit einer hypermedialen Lernumgebung und eines Praktikums an der Hochschule.
- Hüther, M.; Sumfleth, Horst; Theyßen, Heike (2004): Evaluation eines Multimedia-Einsatzes in der Mediziner- und Physiker-Weiterbildung. In: Anja Pitton (Hg.): Chemie- und physikdidaktische Forschung und naturwissenschaftliche Bildung: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Berlin 2003: LIT Verlag Münster, S. 87–89.
- Kreiten, M. (2012): Chancen und Potenziale web-basierter Aufgaben im physikalischen Praktikum.
- Nagel, C., Wolny, B. (2013): Ein adressatenspezifisches Physikpraktikum für Ernährungswissenschaften. Didaktische Rekonstruktion und Evaluation. In: PhyDid A, Physik und Didaktik in Schule und Hochschule, S. 48–61.
- Nagel, C.C. (2009): eLearning im Physikalischen Anfängerpraktikum. 96. Aufl.: Logos Verlag Berlin.
- Neumann, K. (2003): Didaktische Rekonstruktion eines physikalischen Praktikums für Physiker. In: Didaktik der Physik – Augsburg 2003. Augsburg.
- Ruickoldt, G. (1996): Ergebnisse einer Umfrage zum Physikalischen Praktikum. In: Physikalische Blätter 10 (52), S. 1022–1024.
- Sander, F. (2000): Verbindung von Theorie und Experiment im physikalischen Praktikum – Eine empirische Untersuchung zum handlungsbezogenen Vorverständnis und dem Einsatz grafikorientierter Modellbildung im Praktikum: Logos Berlin.
- Theyßen, H. (2000): Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin. Darstellung der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion: Logos Verlag Berlin.
- Welzel, M.; Haller, K.; Bandiera, M.; Hammelev, D.; Koumaras, P.; Niedderer, H. et al. (1998): Ziele, die Lehrende mit dem Experimentieren in der naturwissenschaftlichen Ausbildung verbinden - Ergebnisse einer europäischen Umfrage. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 4 (1), S. 29–44.