

Professionalisierung durch Praxisbezug im Lehr-Lern-Labor

- Die Anwendung physikdidaktischer Kompetenzen im Lehr-Lern-Labor-Seminar -

Susan Fried*, Markus Elsholz*, Thomas Trefzger*

*Emil-Hilb-Weg 22, 97074 Würzburg
susan.fried@physik.uni-wuerzburg.de, markus.elsholz@physik.uni-wuerzburg.de,
trefzger@physik.uni-wuerzburg.de

Kurzfassung

Spätestens seit Makrinus 2012 ist bekannt, dass Art und Weise der Praxiserfahrungen im Lehramtsstudium einen erheblichen Einfluss auf ihren Mehrwert haben (Makrinus, 2013). Bereits seit 2009 bietet die Universität Würzburg im Rahmen des Mind-Centers (mathematisches-naturwissenschaftliches-informationstechnologisches Didaktikzentrum) zusätzliche Praxisphasen für ihre Lehramtsstudierenden an. Im Lehr-Lern-Labor können die Studierenden Experimentierstationen erstellen und deren Durchführung mit Schulklassen planen und umsetzen. Ziel des Lehr-Lern-Labors ist die eigenverantwortliche Auseinandersetzung der Studierenden mit bereits erworbenen fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Wissen, um ihre professionellen Handlungskompetenzen zu schulen. Inwiefern die Studierenden dieses Angebot annehmen ist von großem Interesse, um gegebenenfalls das Konzept des Lehr-Lern-Labors anpassen zu können. Mit Hilfe von paper-pencil-Tests im pre-post-Design wird der Zuwachs an fachdidaktischem Wissen gemessen. Zusätzlich wird mit Logbücher erfasst, auf welches Wissen die Studierenden zurückgreifen, um ihre Aufgaben im Lehr-Lern-Labor zu erfüllen. Dadurch soll die Frage geklärt werden, wie intensiv diese Form der Praxiserfahrung durch die Studierenden genutzt wird.

1. Das Physik-Lehr-Lern-Labor an der Universität Würzburg

Mit der Gründung des Mind-Centers entstanden in jedem naturwissenschaftlichen, mathematischen und informationstechnologischem Fachbereich Lehr-Lern-Labore, die sich alle leicht leicht in ihrer Umsetzung und Einbettung in den Studienplan voneinander unterscheiden.

Das Lehr-Lern-Labor der Physik ist verpflichtend im 6. Semester integriert und unterteilt sich in eine Vorbereitungs- und eine Praxisphase. In den ersten zehn Wochen der Vorbereitungsphase erstellen die Studierenden in kleinen Gruppen zu vorgegebenen, lehrplanrelevanten Themen (z.B. E-Lehre, Energie) Experimentierstationen und Begleitmaterialien und planen die Durchführung mit Schulklassen. In den folgenden fünf Wochen der Praxisphase kommen dann drei bis vier Schulklassen ins Lehr-Lern-Labor und führen durch die Studierenden betreut die verschiedenen Stationen durch.

Zu jeder Durchführung gehört eine anschließende Reflexionsphase, in der die Studierenden ihre eigene Performance reflektieren sollen. Zusätzlich erhalten sie von Experten (Dozenten) und der peer-group (Kommilitonen) Rückmeldung zu ihrer Betreuungsart, den Experimentierstationen und den Begleitmaterialien.

Die Studierenden haben im sechsten Semester bereits eine große Anzahl an physikalischen, physikdidaktischen und pädagogischen Veranstaltungen besucht

und könnten das dort erworbene Wissen im Lehr-Lern-Labor einsetzen. Zusätzlich bietet die Vorbereitungszeit von zehn Wochen ausreichend Möglichkeiten zur Einarbeitung in die physikalischen und physikdidaktischen Grundlagen. In der Durchführung kann sich so auf die pädagogischen Aspekte konzentriert werden.

2. Professionelles Wissen von Lehrkräften

Nachdem die Ergebnisse aus *COACTIV* veröffentlicht



Abb. 1: Eine typische Situation während der Durchführung im Lehr-Lern-Labor

wurden, geriet in der physikdidaktischen Forschung das Professionswissen von Physiklehrkräften in den Fokus der Wissenschaft. Anknüpfend an *COACTIV* versuchen viele Studien das Professionswissen von

Physiklehrkräften zu erforschen. Dabei nutzen viele Studien die Aufteilung des Professionswissens in fachliches, fachdidaktisches und pädagogisches Wissen aus der *COACTIV* (Baumert, 2011). So versucht das Projekt ProWiN (Professionswissen in den Naturwissenschaften) das Professionswissen für naturwissenschaftliche Lehrkräfte zu erfassen (Tepner, 2012). Weiter ausspezifiziert soll sowohl in *ProfiLe-P* (Professionswissen in der Lehramtsausbildung Physik) (vgl. Gramzow, 2013) als auch in *KiL* (Messung professioneller Kompetenzen in mathematischen und naturwissenschaftlichen Lehramtsstudiengängen) (vgl. Kröger, 2013) das fachliche und das fachdidaktische Professionswissen von Physiklehrkräften zu modelliert und erfasst werden. Im Weiteren wird das Kompetenzmodell der Studie *KiL* näher vorgestellt. In *KiL* werden das physikalische und das physikdidaktische Wissen in einem Kompetenzmodell dargestellt.



Abb. 2: Modellierung des physikalischen und physikdidaktischen Wissens nach *KiL*. (Kröger, 2013)

Wie in Abbildung 2 zu sehen ist, ergibt sich für das physikdidaktische Wissen ein dreidimensionales Modell aus Fachinhalte, fachdidaktische Inhalte und Wissensarten. Bei der Modellierung der fachdidaktischen Inhalte wurde sich an die von Magnusson aufgestellte Theorie gehalten. Magnusson unterscheidet angelehnt an der Definition von Shulman fünf Inhalte fachdidaktischen Wissens von Science-Lehrkräften (Magnusson, 1999):

- Science Teaching Orientation
- Knowledge of Student Understanding of Science
- Knowledge of Science Instructional Strategies
- Knowledge of Science Curriculum
- Knowledge of Assessment in Science

Folglich wird in *KiL* das physikdidaktische Wissen in die vier Facetten – Assessment, Instruktionsstrategien, Curriculum und Schülerkognition unterteilt. Die fachdidaktischen Inhalte werden als inhaltspezifisch (z.B. bezogen auf Optik oder Mechanik) angesehen und sind in verschiedenen Wissensarten vorhanden.

Das Wissen kann rein deklarativ, prozedural oder schematisch bzw. diagnostisch sein.

3. Forschungsfragen und das Forschungsdesign

Wie oben schon beschrieben, eignet sich das Lehr-Lern-Labor-Seminar vom Prinzip her sehr gut als zusätzliche Praxisseminar. Zum einen können die Studierenden sich in der langen Vorbereitungszeit ausführlich mit essentiellen Inhalten beschäftigen. Zum anderen bietet das Seminar den Studierenden durch die Erstellung der Experimentierstationen und den direkten Schülerkontakt die Möglichkeit selber kleine sehr offene Unterrichtseinheiten zu gestalten. Allerdings bleibt die Frage offen inwiefern die Studierenden ihr vorhandenes professionelles Wissen anwenden. Da das professionelle Wissen einen sehr großen Bereich abdeckt und für das Seminar die Elementarisierung und das Erstellen von Experimenten im Vordergrund stehen, beziehen sich die Forschungsfragen allesamt auf das physikdidaktische Wissen.

Wie verändert sich das physikdidaktische Wissen während des Lehr-Lern-Labors?

Welches physikdidaktische Wissen nutzen die Studierenden um ihre Experimentierstationen zu erstellen und die Durchführungen mit den Schulklassen zu planen?

Um diese Fragen beantworten zu können ist es wichtig, folgende zwei Aspekte genauer zu untersuchen. Um das physikdidaktische Wissen zu erheben, wird ein paper-pencil-test in pre-post-Design eingesetzt, den die Studierenden in der ersten und in der letzten Seminarwoche bearbeiten. Zusätzlich wird parallel durch einen weiteren paper-pencil-Test ihr Wissen über die themenspezifischen Schülervorstellungen erhoben. Um die Frage nach dem angewendeten Wissen zu untersuchen, führen die Studierenden Logbücher in denen sie bestimmte Fragestellungen bearbeiten. Diese Logbuchfragen werden zu drei verschiedenen Zeitpunkten herausgegeben und die Studierenden haben zwei Wochen Zeit die Fragen zu beantworten. Der erste Zeitpunkt liegt zwei Wochen vor der ersten Durchführung mit einer Schulklasse. Der zweite Zeitpunkt liegt zwischen der ersten und zweiten Durchführung. Die letzte Logbuchfrage erhalten die Studierenden zum Ende des Seminars.

4. Methodische Herangehensweise

Wie im vorherigen Abschnitt erwähnt werden zur Beantwortung der Forschungsfragen verschiedene methodische Schritte unternommen, die in folgendem Kapitel erläutert werden sollen.

Zur Erfassung des physikdidaktischen Wissens wurde ein paper-pencil-Test erstellt, dem das Projekt *KiL* von IPN Kiel zugrunde liegt. Dazu wurden 20

Items aus dem physikdidaktischen Testteil des Projektes übernommen. Diese Items bestehen aus Fragen zum Wissen über Instruktionsstrategien, Wissen über Schülerkognition, Wissen über das Curriculum und Wissen über das Assessment. Zusätzlich wurde mit Items das physikalische Wissen zum Thema Energie abgefragt. Da in dem Projekt *KiL* das Thema Energie nicht als eigenständiges Thema existiert, wurden aus den verschiedenen Themenbereichen Items zusammengestellt.

Zur Erfassung des Wissens über themenspezifische Schülervorstellungen würden die Question Set aus dem Projekt *DIAGNOSER* der Universität Washington und der National Science Foundation genutzt (Thissen-Roa, 2004). Da es in den Question Set des Projektes darum geht, das Wissen von Schülerinnen und Schülern zu erfassen, mussten die Aufgabe leicht abgewandelt werden. Die Aufgabe für die Studierenden besteht nicht darin, die richtige Lösung zu finden, sondern gezielt eine falsche Antwort anzukreuzen und die dazugehörige Schülervorstellung hinzuschreiben. Ein Beispiel dafür ist in der unteren Abbildung zu sehen:

Frage 1:
Erica, Adam, Kobe und Emma diskutieren über das Thema Energie.

Erica sagt: Ich glaube, Energie ist eine Substanz, die in manchen Körpern enthalten ist.
Adam antwortet: ich glaube, dass Energie manche Dinge geschehen lässt.
Kobe ergänzt: Ich glaube, dass Energie eine Kraft ist, die dafür sorgt, dass sich Dinge bewegen
Emma erklärt: Ich glaube, dass Energie nur dann auftritt, wenn Arbeit verrichtet wird.

Welcher Aussage stimmst du zu?

<input type="checkbox"/> Erica
<input type="checkbox"/> Adam
<input type="checkbox"/> Kobe
<input type="checkbox"/> Emma
Notieren Sie hier die zugrunde liegende Schülervorstellung

Abb. 3: Beispielfrage aus dem Schülervorstellungstest zum Thema Energie (www.diagnoser.com)

Da zu jeder Antwortmöglichkeit schon die entsprechende Schülervorstellung zugeordnet wurde, liegt ein geeignetes Kodiermanual vor. So sind die fehlerhaften Antworten 1, 3 und 4 folgendermaßen kodiert:

1. Erica: Die Schülerinnen und Schüler denken, dass Energie eine materielle Substanz ist.
2. Kobe: Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden nicht zwischen Energie und Kraft.
3. Emma: Die Schülerinnen und Schüler denken, dass keine Energie vorhanden ist, solange keine Arbeit an oder durch ein System verrichtet wurde.

Die quantitativen Methoden werden durch die qualitative Methode der Logbücher ergänzt. Es gibt drei Logbuchfragen zu denen die Studierenden Stellung nehmen müssen. Die erste Frage bezieht sich auf die

Planung der Durchführung und die Entwicklung der Materialien. Es wird gefragt, welche fachlichen und fachdidaktischen Informationen genutzt werden. In der zweiten Frage geht es um die Beurteilung der ersten Durchführung und die vorgenommenen Änderungen:

„Beurteilen Sie die erste Durchführung! Schildern Sie positive wie negative Erfahrungen. Begründen Sie fachlich und fachdidaktisch darauf aufbauend die Veränderungen, die Sie an den Versuchen und Begleitmaterialien vorgenommen werden.“

In der letzten Frage müssen die Studierenden zu den wesentlichen Veränderungen die vorgenommen wurden Stellung nehmen.

5. Erste Ergebnisse

Die erste Erhebung fand im Wintersemester 2014-15 statt. Das Seminar bestand insgesamt aus 19 Teilnehmenden, die alle an der Studie teilgenommen haben. Eine Person musste von der Studie ausgeschlossen werden, da sie den Pre-Test unter anderen Bedingungen absolviert hat. Sie ist damit aus sämtlichen Analysen ausgeschlossen. Im Seminar waren 5 weibliche und 14 männliche Teilnehmer. Die Studierenden befanden sich zwischen dem 3 bis 11 Fachsemester Physiklehramt, wobei 73,7% der Teilnehmer im 5. Fachsemester waren. Ein leichtes Übergewicht liegt bei den Studierenden mit Gymnasiallehramt (63,2%) und auf dem Zweifach Mathematik (73,7%). Im Mittel beläuft sich die Abiturnote der Teilnehmer auf eine 2,27, wobei 55,6% der Studierenden Physik im Abitur belegt haben. Zusätzlich ist für die Studie von Bedeutung, dass bis zu diesem Zeitpunkt nur ein Studierender schon ein Lehr-Lern-Labor betreut hat, da die Lehr-Lern-Labore auch von anderen Fachbereichen des Mind-Centers angeboten werden.

Die ersten Ergebnisse beziehen sich alle auf die pre-Erhebung der paper-pencil-tests. Um einen ersten Hinweis zu erhalten, ob der Test aus dem Projekt *KiL* in Würzburg eingesetzt werden kann, wird zuerst die Reliabilität bestimmt. Mit einem Wert von $\alpha_c = .70$ stimmt dieser sehr gut mit dem Wert aus der Studie *KiL* überein, sodass davon auszugehen ist, dass der Test verwendet werden kann. Bei Betrachtung von Tabelle 1 fällt auf, dass das Fachdidaktische Wissen negativ mit der Abiturnote ($r_s = -.708^{**}$) und negativ mit der Schulart ($r_s = -.527^*$) korreliert. Bei der Schulart ist zu beachten, dass hier die Gymnasialstudierenden mit ein und die Realschulstudierenden mit zwei kodiert wurden.

Variablen	Korrelation r_s	Signifikanz
Geschlecht	-.105	.687
Fachsemester	.124	.636
Schulart*	-.527	.030
Unterrichtserfahrung	.349	.169

Variablen	Korrelation r_s	Signifikanz
Abiturnote**	-.708	.001
Zweifach	.122	.640
Physikabitur	.096	.713
Praxiserfahrung	.302	.239
Pädagogisch-didaktisches Praktikum	.465	.060
Studienbegleitendes Praktikum	.370	.143

Tabelle 1: Korrelation Testwerte Fachdidaktisches Wissen mit erhobenen Variablen.

Für den Test über Schülervorstellungen macht die Bestimmung der Reliabilität keinen Sinn, da die Schülervorstellungen im Bereich der Energie vielfältig sind und es den Studierenden freigestellt ist, welche der Falschantworten sie ankreuzen. Wie in Tabelle 2 zu sehen, konnten keine Korrelationen zwischen den erhobenen Variablen und dem Testwert für den Schülervorstellungstest festgestellt werden. Als Korrelationskoeffizient wird Spearman's Rho verwendet.

Variablen	Korrelation r_s	Signifikanz
Geschlecht	.30	.22
Fachsemester	.13	.60
Zweifach	-.11	.66
Schulart	-.14	.57
Abiturnote	-.41	.08
Physikabitur	-.15	.55
Unterrichtserfahrung	.11	.68
Praxiserfahrung	.12	.63
Pädagogisch-didaktisches Praktikum	.13	.58
Studienbegleitendes Praktikum	.07	.79

Tabelle 2: Korrelation Testwerte Schülervorstellungen mit erhobenen Variablen.

Auch eine Korrelation zwischen den einzelnen Tests lag nicht vor. Für den Schülervorstellungstest wurde zusätzlich ein zweiter Rater hinzugezogen, da die Studierenden offen auf die Frage nach der zugrunde liegenden Schülervorstellung antworten konnten und diese Antwort später als richtig oder falsch eingestuft werden musste. Die Interrater-Reliabilität liegt zwischen $\kappa_c = .58$ und $\kappa_c = 1.00$, wobei von den dreizehn Items bei zehn Items die Übereinstimmung über $\kappa_c = .80$ liegt.

Die Logbücher befinden sich zu diesem Zeitpunkt in der Auswertung, so dass noch keine Ergebnisse präsentiert werden können.

6. Literatur

- [1] Baumert, J.; Kunter, M.; et al. (2011): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV.
- [2] Gramzow, Y.; Reinhold, P.; et al. (2013): Modellierung des fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte. In: ZfdN 19 (2013), S. 7-30.
- [3] Kröger, J.; Neumann, K.; et al. (2013): Messung professioneller Kompetenzen im Fach Physik. In: Inquiry-based-learning – Forschendes Lernen, 33 (2013), S. 533-535.
- [4] Magnusson, S.; Krajcik, J.; et al. (1999): Nature, sources and development of pedagogical knowledge. In: J. Gess-Newsome & N.G. Lederman (Hg.). Examining pedagogical content knowledge. S. 95-132.
- [5] Makrinus, L. (2013): Der Wunsch nach mehr Praxisbezug. Zur Bedeutung von Praxisphasen im Lehramtsstudium.
- [6] Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. In: Educational Researcher, 15 (2), 4-14.
- [7] Tepner, O.; et al. (2012): Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. In: ZfdN, Jg. 18 (2012), S. 7-28.
- [8] Thissen-Roe, A.; Minstrell, J. et al. (2004). The DIAGNOSER project. Combining assessment and learning. In: Behavior Research Methods, Instruments & Computers, 36 (2004), S. 234-240.
- [9] www.diagnoser.com