

Qualitätsentwicklung studentischen Kurzunterrichts

Roland Berger

Universität Osnabrück, FB 4 / Physikdidaktik, BarbarasträÙe 7, 49076 Osnabrück
r.berger@uos.de

Kurzfassung

An der Universität Osnabrück wird im Rahmen der Lehramtsausbildung seit etwa 10 Jahren die Veranstaltung „Experimentieren im Physikunterricht“ angeboten, in der Studierende propädeutisch unterrichten üben. Im „Kurzunterricht“ von ca. 15 Minuten sind die übrigen Studierenden angehalten, sich in Schülerinnen und Schüler hineinzusetzen, und so unterrichtstypische Interaktionen zu ermöglichen. Auf der Basis einer neu entwickelten, hochinferenten Skala mit fünf Merkmalen guten Unterrichts schätzen die Dozenten die Qualität des Kurzunterrichts ein. Die Analyse zeigt, dass die Qualität des Kurzunterrichts vom ersten zum zweiten Belegungssemester mit großer Effektstärke ansteigt. In einer Begleitveranstaltung werden inhaltlich abgestimmt fachlich-fachdidaktische Themen behandelt. Eine Mediatoranalyse ergibt, dass der Zusammenhang zwischen fachlich-fachdidaktischem Wissen und der Qualität des Kurzunterrichts durch die Qualität des Unterrichtsentwurfs vermittelt wird. Dies unterstreicht die Bedeutung der auf guten fachlich-fachdidaktischen Kenntnissen basierenden Unterrichtsvorbereitung.

1. Einleitung

Das zentrale Ziel der Ausbildung von Lehramtsstudierenden an den Hochschulen ist die Vermittlung von Professionswissen, um wichtige Grundlagen für deren späteres Unterrichtshandeln bereitzustellen. Die Frage, wie Professionswissen mit Unterrichtsqualität zusammenhängt, ist eine hochaktuelle Frage der fachdidaktischen Forschung (vgl. z. B. [1]).

An den Hochschulen erfolgen erste „Gehversuche“ in der Unterrichtspraxis vor allem im Rahmen von Schulpraktika. Ein besonderes Problem für Lehrkräfte, insbesondere aber auch für Studierende ist es, das im Studium erworbene Professionswissen in kompetentes unterrichtliches Handeln zu transformieren [2]. Um diesen Prozess zu fördern, ist eine enge Verzahnung zwischen Unterrichtsvorbereitung, dem Unterrichten selbst, sowie der Reflexion z. B. im Rahmen einer Besprechung von besonderer Bedeutung [3].

Dieser Befund spiegelt sich im Angebots-Nutzungsmodells von Lipowsky [4] zur Erklärung der Wirksamkeit von Lehrerfortbildung wider. Danach sind verschiedene Merkmale des Fortbildungsangebots bedeutsam für den Transfer des Gelernten in den Unterricht. Hierzu gehören Übungs- und Anwendungsgelegenheiten sowie die Reflexion unterrichtlichen Handelns. Es ist davon auszugehen, dass die von Lipowsky genannten Merkmale nicht nur für Lehrerfortbildungen, sondern auch in der ersten Phase der Lehrerbildung von Bedeutung sind. Für eine propädeutische Heranführung von Studierenden an die Unterrichtspraxis nutzen wir in Osnabrück neben üblichen Schulpraktika das Modell des „Kurzunterrichts“. Dieses Modell berücksichtigt die genannten Befunde von Kreis und Lipowsky. Dabei werden von den Studierenden mit experimenteller

Unterstützung und didaktischer Beratung Unterrichtssequenzen von etwa einer Viertelstunde Dauer vorbereitet. Während des Unterrichts im Rahmen der Veranstaltung simulieren die übrigen Studierenden die Schulklasse. Im Plenum wird anschließend unter Leitung eines Lehrenden-Tandems aus einem wissenschaftlichen Mitarbeiter und einer erfahrenen Lehrkraft der vorgestellte Kurzunterricht diskutiert. Die zentrale Frage der vorliegenden Studie ist, ob dieses Lehrmodell mit einer Verbesserung der Qualität des Kurzunterrichts verbunden ist.

2. Konzeption der Lehrveranstaltung

Alle Lehramtsstudierenden in Osnabrück (Grundschule, Haupt- und Realschule, Gymnasium sowie berufliche Schulen) belegen das Modul „Grundlagen des Physikunterrichts“. Es wird in einem viersemestrigen Zyklus zu den Bereichen Mechanik, Wärme, Elektrizitätslehre und Optik angeboten. Das Modul besteht aus zwei Teilmodulen (Abb. 1).

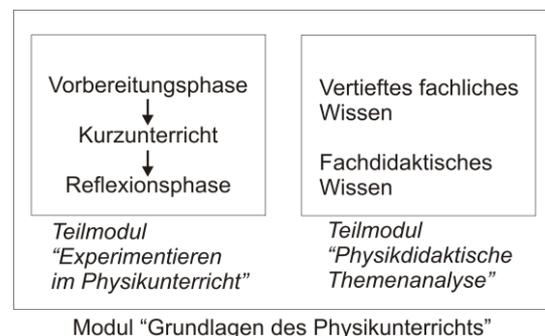


Abb. 1: Aufbau des Moduls „Grundlagen des Physikunterrichts“.

Zum einen das Teilmodul „Experimentieren im Physikunterricht“, in dessen Rahmen der Kurzunterricht durchgeführt wird, zum anderen ein Teilmodul „Physikdidaktische Themenanalyse“. Die beiden Teilmodule sind thematisch aufeinander abgestimmt und werden von den Studierenden im gleichen Semester belegt. Die Studierenden belegen das Modul Grundlagen des Physikunterrichts zwei Mal¹ in einem zeitlichen Abstand von ein bis zwei Semestern (Mittelwert 1.6, Standardabweichung 0.8 Semester). Die Studierenden haben dabei die Wahl, welcher Bereich Gegenstand des Moduls im jeweiligen Semester ist; Doppelbelegungen (z. B. zwei Mal „Mechanik“) sind hingegen nicht zulässig.

2.1. Teilmodul „Experimentieren im Physikunterricht“

Im Teilmodul „Experimentieren im Physikunterricht“ besteht Anwesenheitspflicht bei maximal zwei Fehlterminen. Die Studierenden führen pro Semester jeweils zwei Mal einen Kurzunterricht vor. Sie erhalten zu Beginn des Semesters relativ offene Aufgaben. Der erste Kurzunterricht ist eher qualitativ orientiert und an Inhalten der Sekundarstufe I orientiert (z. B. „Verdeutlichen Sie den Unterschied zwischen guten und schlechten elektrischen Leitern.“). Der zweite Kurzunterricht enthält hingegen eine quantitative experimentelle Auswertung (z. B. „Bestimmen Sie die spezifische Ladung eines Elektrons.“). Die Inhalte lassen sich eher der Sekundarstufe II zuordnen. Das Teilmodul besteht aus drei Phasen.

Vorbereitungsphase (Abb. 2). Die Studierenden bereiten an zwei Nachmittagen in jeweils etwa drei Stunden ihren Kurzunterricht vor. Sie haben über das Internet Zugriff auf eine Datenbank, in der die verfügbaren Geräte zu finden sind, sodass sie sich bereits zuhause Gedanken über mögliche Versuche machen können um diese zu planen. Die Vorbereitung wird von einem physikalisch-technischen Assistenten experimentell unterstützt. Hilfwissenschaftler, welche die beiden Veranstaltungen bereits erfolgreich absolvierten, beraten die Studierenden auch didaktisch und methodisch.

Nach dem ersten Vorbereitungstermin reichen die Studierenden eine erste Version ihres Unterrichtsentwurfs ein, der vom Lehrenden-Tandem geprüft wird.

Drei Tage vor dem zweiten Vorbereitungstermin bekommt der jeweilige Student von dem Lehrenden-Tandem eine Rückmeldung zu seinem Entwurf, ggf. mit experimentellen und didaktischen Hinweisen zur Verbesserung. Aufgrund der relativ großen Teilnehmerzahl wird der Kurzunterricht in zwei parallel stattfindenden Veranstaltungen mit jeweils ca. 15

Studierenden durchgeführt. Häufig arbeiten die beiden Studierenden, welche das gleiche Thema erhalten haben, in der Vorbereitung zusammen (siehe Abb. 2).



Abb. 2: Zwei Studierende bereiten ihren Kurzunterricht vor mit der Aufgabe „Zeigen Sie, dass der Elektronenstrom allein nicht ausreicht, um die Energieübertragung in einem Stromkreis zu beschreiben.“ Die beiden Studierenden halten ihren Kurzunterricht anschließend in zwei getrennten, parallelen Veranstaltungen.

Die Studierenden schreiben auf der Basis ihrer Vorbereitungen einen etwa zehneitigen schriftlichen Unterrichtsentwurf für den Kurzunterricht, der benotet wird und die Note des Teilmoduls „Experimentieren im Physikunterricht“ darstellt. Der Unterrichtsentwurf umfasst die folgenden Aspekte: Experimentierform (Lehrer- oder Schülerversuch), Bedarfsliste und Versuchsskizze, Einordnung der Stunde und benötigtes Vorwissen, Ziele der Stunde, Alltagsbezug, Tipps für den Versuch, Beschreibung der Durchführung des Kurzunterrichts mit ausformulierten Fragen und Impulsen sowie Hilfen, Darstellung der Materialien (Arbeitsblätter mit Lösung, Tafelanschrieb etc.), Begründung der Inhaltsauswahl und Diskussion der Alternativen, relevante Schülervorstellungen, verwendete Literatur sowie weitere Beschreibungen und Ergebnisse von Versuchen, die im Kurzunterricht selbst jedoch nicht eingesetzt werden.

Kurzunterricht (Abb. 3). Die Studierenden führen den von ihnen entwickelten Kurzunterricht in ca. 15 Minuten durch, wobei die Kommilitonen die Schulklasse simulieren. Im Mittelpunkt des Kurzunterrichts steht ein Experiment. Ziel ist dabei nicht, eine ganze Schulstunde in 15 Minuten zu komprimieren, sondern einen zentralen Teil einer Schulstunde auszuwählen, der das ausgewählte Experiment beinhaltet. Die Studierenden teilen vor Beginn des eigentlichen Kurzunterrichts mit, welches Vorwissen bei den Schülern vorausgesetzt wird, und an welcher Stelle der Unterrichtssequenz der Kurzunterricht einsetzt.

¹ Nur Studierende für das Lehramt Grundschule belegen das Modul „Grundlagen des Physikunterrichts“ lediglich ein Mal.



Abb. 3: Durchführung des Kurzunterrichts.

Nach dem Kurzunterricht erläutern sie, wie die Unterrichtssequenz weitergehen würde. Der Kurzunterricht wird nicht benotet, damit die Studierenden nicht unter Druck stehen, und somit eher bereit sind, offen über Stärken und Schwächen zu diskutieren.

Reflexionsphase (Abb. 4). Unter Leitung des Lehrenden-Tandems aus einem wissenschaftlichen Mitarbeiter sowie einer erfahrenen Lehrkraft wird der Kurzunterricht anschließend im Plenum diskutiert. Dazu gibt der Student an, welche Lernziele er mit seinem Kurzunterricht verfolgte. Die Dauer beträgt ca. 10 Minuten. Im Einzelgespräch wird dem jeweiligen Studenten nach Ende der Veranstaltung die Note für den Unterrichtsentwurf mitgeteilt und begründet.

Das Teilmodul „Experimentieren im Physikunterricht“ findet einmal pro Woche statt und umfasst zwei Semesterwochenstunden. Hinzu kommt der Aufwand für die Vorbereitung.



Abb. 4: Reflexionsphase im Plenum unter Leitung des Lehrenden-Tandems (links im Bild).

2.2. Teilmodul „Physikdidaktische Themenanalyse“

Fachwissen und fachdidaktisches Wissen sind zentrale Elemente des Professionswissens von Lehrkräften [5]. Im thematisch auf „Experimentieren im Physikunterricht“ abgestimmten Begleitseminar

„Physikdidaktische Themenanalyse“ werden schulrelevante fachliche Inhalte behandelt. Es handelt sich dabei um *vertieftes fachliches Wissen* [6], welches die Schulphysik vertieft und dazu auf die universitäre Physik, wie sie in Vorlesungen der theoretischen Physik und der Experimentalphysik vermittelt wird, bei Bedarf zurückgreift. Zu den Inhalten gehören z. B. beim Themenbereich Elektrizitätslehre „Grundlagen zu Stromkreisen“ (drei Termine mit jeweils 90 Minuten, z. B. die Beschreibung der Energieübertragung mit dem Poynting-Vektor), je ein Veranstaltungstermin elektromagnetische Induktion, Strom- und Spannungsmessung, Magnete und Magnetisierung sowie Elektronik im Physikunterricht. Weitere Veranstaltungstermine vermitteln entsprechend [7] *fachdidaktisches Wissen* in Bezug auf Schülervorstellungen (z. B. die Stromverbrauchsvorstellung), Modelle (die Wasserstromanalogie) und Unterrichtskonzepte (die Elektrizitätslehre nach dem Vorschlag von Muckenfuß und Walz [8] und relevante Aspekte des „Karlsruher Physikkurses“). Ergänzt werden diese Inhalte durch je eine Veranstaltung zu Sicherheitsaspekten und zur Geschichte der Elektrizitätslehre. Methodisch hat die Veranstaltung überwiegend Vorlesungscharakter, wengleich auch Übungsphasen eingestreut werden. Die Vorlesung wird durch geeignete Demonstrationsexperimente unterstützt. Im Teilmodul „Physikdidaktische Themenanalyse“ besteht keine Anwesenheitspflicht.

3. Fragestellungen und Hypothesen

In erster Linie soll mit der vorliegenden Studie geprüft werden, ob sich der vor allem im Teilmodul „Experimentieren im Physikunterricht“ betriebene hohe personelle und organisatorische Aufwand lohnt. Konkret müsste sich dies in einer Verbesserung der Qualität des Unterrichts vom ersten zum zweiten Belegungssemester widerspiegeln. Wir erwarten daneben auch eine entsprechende Zunahme der Qualität der Unterrichtsvorbereitung, die sich in einem besseren Unterrichtsentwurf zeigen müsste. Daneben ist für uns von Interesse, explorativ Hinweise über Zusammenhänge zwischen der Qualität des Kurzunterrichts, der Qualität des Unterrichtsentwurfs sowie des im Rahmen der Klausur im Begleitseminar erfasste fachlich-fachdidaktische Wissen zu erhalten. Wir gehen davon aus, dass gute fachlich-fachdidaktische Kenntnisse für die Unterrichtsqualität bedeutsam sind. Entsprechend des Transformationsmodells von Stender [2] vermuten wir jedoch, dass fachlich-fachdidaktisches Wissen im Unterricht weniger unmittelbar zum Tragen kommt, als vielmehr in die Unterrichtsplanung einfließt, und darüber die Qualität des Kurzunterrichts beeinflusst (Mediatorhypothese). Im Rahmen einer kleineren Ergänzungserhebung wollen wir prüfen, ob die Lernziele der beiden Teilmodule auch aus der Sicht der Studierenden erreicht werden. Dazu nehmen wir an, dass die Studierenden

wahrnehmen, dass im Teilmodul Experimentieren im Physikunterricht vor allem experimentelle Kompetenzen gefördert werden und das Planen von Unterricht angebahnt wird. Im fachlich-fachdidaktischen Begleitseminar liegt der Schwerpunkt hingegen auf dem Erwerb von Kenntnissen über fachliche Grundlagen der Schulphysik sowie fachdidaktischer Aspekte wie z. B. Schülervorstellungen.

4. Methode

4.1 Stichprobe und Prozedur

Die Datenerhebung erfolgte von Sommersemester 2012 bis zum Sommersemester 2015, also in insgesamt sieben Semestern. Der Kurzunterricht wurde in zwei parallelen Gruppen mit jeweils ca. 15 Studierenden durchgeführt. Jede Gruppe wurde von einem Lehrenden-Tandem aus einem wissenschaftlichen Mitarbeiter und einer erfahrenen Lehrkraft geleitet. Die wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wechselten aufgrund des Endes ihrer Dienstzeit. Die beiden beteiligten Lehrkräfte arbeiteten hingegen über den gesamten Erhebungszeitraum mit. Die Zuordnung der Studierenden erfolgte in deren erstem Belegungssemester zufällig, beim zweiten Belegen wurden sie dem jeweils anderen Lehrenden-Tandem zugewiesen. Die Zuweisung der Aufgaben für den Kurzunterricht erfolgte ebenfalls zufällig².

Insgesamt liegen Daten von 118 Studierenden vor. Für einen Vergleich der Qualität des Unterrichtsentwurfs zwischen erstem und zweitem Belegungssemester liegen vollständige Daten von 56 Studierenden vor, für einen Vergleich der Qualität des Kurzunterrichts sind es vollständige Daten von 51 Studierenden³. Der wesentlich geringere Umfang von Studierenden zu beiden Belegungssemestern hat mehrere Ursachen. Erstens wird von Grundschulstudierenden ($n = 17$ im Erhebungszeitraum) das Modul nicht zweimal, sondern nur einmal belegt. Zweitens fiel für eine Reihe von Studierenden nur ein Durchgang in den Erhebungszeitraum. Drittens fehlen Einschätzungen der Qualität des Kurzunterrichts in einem der beiden Belegungssemester aufgrund der Abwesenheit der beurteilenden Lehrkraft.

² Grundschulstudierende erhalten hingegen gezielt die einfacheren Aufgaben. Da sie das Modul „Grundlagen des Physikunterrichts“ jedoch nur ein Mal belegen (vgl. Fußnote 1), spielen sie für die Frage nach dem Zuwachs an Qualität von der ersten zur zweiten Belegung keine Rolle.

³ Aufgrund gelegentlicher Abwesenheit der Lehrkräfte konnte die Qualität des Kurzunterrichts nicht immer eingeschätzt werden, sodass diese Zahl etwas geringer ist als die Zahl der bewerteten Unterrichtsentwürfe.

Die Einschätzung der beiden Teilmodule durch die Studierenden erfolgte im Erhebungszeitraum stichprobenartig in zwei der Semester. Für das Teilmodul Experimentieren im Physikunterricht gingen die Rückmeldungen von 55 Studierenden ein, im Teilmodul Physikdidaktische Themenanalyse nahmen insgesamt 32 Studierende teil. Diese deutlich geringere Teilnahme ist darauf zurückzuführen, dass die Präsenz (im Gegensatz zu Experimentieren im Physikunterricht) nicht verbindlich ist. Aufgrund der anonymen Befragung lassen sich die Selbstberichte der Studierenden nicht mit den anderen Variablen in Beziehung setzen.

4.2 Maße und Instrumente

Qualität des Unterrichtsentwurfs. Das Lehrenden-Tandem schätzte die didaktisch-methodische Qualität nach Diskussion im Konsens ein (maximal 8 Punkte) und beurteilte die experimentelle Vorbereitung (maximal 5 Punkte). Bei der Einschätzung der didaktisch-methodischen Qualität der Vorbereitung standen drei Kriterien im Vordergrund [9]:

- **Stimmigkeit:** Sind die analysierten Lehr-Lern-Bedingungen und die didaktisch-methodischen Entscheidungen gut aufeinander abgestimmt oder gibt es Brüche im Entwurf?
- **Offenheit:** Werden Planungsalternativen durchdacht?
- **Fachliche Korrektheit:** Sind die fachwissenschaftlichen, lernpsychologischen, allgemeinen und fachdidaktischen Annahmen des Entwurfs korrekt?

Für die Bewertung der experimentellen Vorbereitung auf der Basis des eingereichten Textes dienten folgende Kriterien:

- Welche Qualität hat die Auswertung der Versuche?
- Sind die Ergebnisse gut dokumentiert?
- Wurden zusätzliche Experimente durchgeführt?

Die beiden Aspekte des Unterrichtsentwurfs (didaktisch-methodische Qualität und experimentelle Vorbereitung) haben eine Reliabilität von Cronbachs $\alpha = .81$, sodass die Summe der beiden Punktzahlen als Maß für die Qualität der Vorbereitung des Unterrichts herangezogen wird.

Qualität des Kurzunterrichts. Die beiden erfahrenen Lehrkräfte schätzten bezüglich ihrer Gruppe (es wurden wie erwähnt zwei Gruppen parallel angeboten) die Qualität des Kurzunterrichts hinsichtlich der folgenden Aspekte auf einer fünfstufigen Skala, deren Enden mit „Stimmt ganz genau“ (5) und „Stimmt gar nicht“ (1) bezeichnet sind:

- „Der Aufbau des Unterrichts ist folgerichtig.“
- „Der „Rote Faden“ ist immer erkennbar.“
- „Die Ausführlichkeit der Darstellung wird dem jeweiligen Schwierigkeitsgrad angepasst.“

- „Die Klasse wird angemessen beteiligt.“
- „Die fachliche Qualität ist sehr gut.“

Die genannten Kriterien wurden auf der Basis der relevanten Aspekte von Unterrichtsqualität von Neumann, Kauertz und Fischer [10] formuliert. Die Reliabilität dieser fünf Aspekte der Qualität des Kurzunterrichts beträgt $\alpha = .86$. Für die weitere Analyse wird der Mittelwert über die fünf Aspekte gebildet.

Leistung in der Veranstaltung „Physikdidaktische Themenanalyse“. Am Ende des jeweiligen Semesters wird in der Veranstaltung eine Klausur geschrieben, um das fachlich-fachdidaktische Wissen zu erheben. Die Klausuren umfassten in der Regel vier Aufgaben mit jeweils zwei bis drei Teilaufgaben. Im Anhang finden sich beispielhaft zwei Aufgaben aus einer Klausur im Wintersemester 13/14 zum Semesterthema Elektrizitätslehre. Die Reliabilitäten betragen je nach Semester zwischen $\alpha = .68$ und $\alpha = .85$. Die mittleren Interitem-Korrelationen liegen im Intervall .22 bis .53 und sind damit als befriedigend anzusehen [11]. Die über 118 Studierende gemittelte Klausurnote beträgt 2.72 mit einer Standardabweichung von 0.91 auf einer Notenskala von 1 bis 5.

Einschätzung der Studierenden zur Bedeutung der Teilmodule. Mithilfe eines Fragebogens wurden die Studierenden um eine Einschätzung der beiden Teilmodule „Experimentieren im Physikunterricht“ und des Begleitseminars „Physikdidaktische Themenanalyse“ gebeten. Dabei sollten sie auf einer fünfstufigen Skala, deren Enden mit „Trifft gar nicht zu“ (1) und „Trifft ganz genau zu“ (5) bezeichnet sind, für beide Teilmodule folgende Aussagen einschätzen:

1. „Ich habe einiges über die Einbettung von Versuchen in den Unterricht gelernt.“
2. „Das Experimentieren hat mich im Umgang mit physikalischen Geräten sicherer gemacht.“
3. „Ich habe wertvolle Erfahrungen in der Unterrichtsplanung gewonnen.“
4. „Ich habe viel über Schülervorstellungen gelernt.“
5. „Ich habe viel über die fachlichen Grundlagen der Schulphysik gelernt.“

5. Ergebnisse

5.1 Vergleich zwischen erstem und zweitem Belegsemester

Wie im Abschnitt 2 erwähnt, führen die Studierenden pro Belegungssemester zwei mal Kurzunterricht durch. Für die weitere Analyse werden die Qualitäten des Kurzunterrichts und des Unterrichtsentwurfs über beide Kurzunterrichtsversuche gemittelt.

5.1.1 Qualität des Unterrichtsentwurfs

Im ersten Durchgang beträgt der Mittelwert der erreichten Punktzahl relativ zum Maximalwert von 13 Punkten 68 Prozent (Standardabweichung 14%) und im zweiten Durchgang 75 Prozent (14%). Der Zuwachs ist signifikant ($t(55) = 3.58, p < .01$) und von mittlerer Effektstärke (Cohen's $d = 0.54$).

5.1.2 Qualität des Kurzunterrichts

Im ersten Durchgang beträgt der Mittelwert (Standardabweichung) 3.23 (0.63) und im zweiten Durchgang 3.71 (0.60). Der Zuwachs ist signifikant ($t(50) = 4.86, p < .001$) und von großer Effektstärke ($d = 0.79$).

5.2 Bedeutung des Unterrichtsentwurfs für die Unterrichtsqualität

Entsprechend des Transformationsmodells von Stender [2] gehen wir davon aus, dass die Unterrichtsplanung ein Mediator zwischen fachlich-fachdidaktischem Wissen und Qualität des Kurzunterrichts darstellt (Abb. 5).

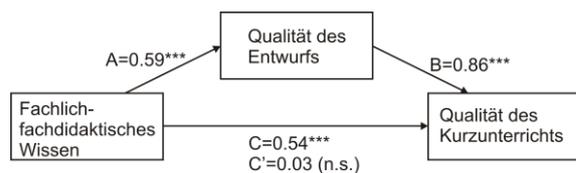


Abb. 5: Modell für den Zusammenhang zwischen fachlich-fachdidaktischem Wissen und der Qualität des Kurzunterrichts mit der Qualität des Unterrichtsentwurfs als potenziellem Mediator. Angegeben sind die standardisierten Koeffizienten sowie das Signifikanzniveau (***) entspricht $p < .001$). Entsprechend des Vorschlags von Baron und Kenny [12] wurde in einem ersten Regressionsschritt gezeigt, dass fachlich-fachdidaktisches Wissen mit der Qualität des Kurzunterrichts signifikant korreliert ($C = .54$) und (in einem zweiten Schritt) außerdem ein signifikanter Zusammenhang mit der Qualität des Unterrichtsentwurfs besteht ($A = .59$). In einem dritten Regressionsschritt dienen sowohl das fachlich-fachdidaktische Wissen als auch die Qualität des Unterrichtsentwurfs als Prädiktoren für die Qualität des Kurzunterrichts. In diesem Fall beträgt die Korrelation nur noch $C' = .03$ und ist nicht mehr signifikant. Die Qualität des Unterrichtsentwurfs ist demnach ein vollständiger Mediator.

Um zu prüfen, ob die Qualität des Unterrichtsentwurfs den Zusammenhang zwischen fachlich-fachdidaktischen Wissen und Unterrichtsqualität vermittelt, wurde ein Mediatorstest durchgeführt [12]. Bezieht man die Qualität des Unterrichtsentwurfs in die Regression mit ein, so verschwindet der signifikante Zusammenhang zwischen fachlich-fachdidaktischem Wissen und der Qualität des Kurzunterrichts. Ein SOBEL-Test entsprechend des Vorschlags von Preacher und Hayes [13] zeigt, dass die Abnahme statistisch signifikant ist ($z = 7.46, p <$

.001). Dies bedeutet, dass die Qualität des Unterrichtsentwurfs ein vollständiger Mediator ist.

5.3. Vergleich der beiden Teilmodule aus der Perspektive der Studierenden

Die Einschätzung der Studierenden in Bezug auf die beiden Teilmodule „Experimentieren im Physikunterricht“, in dem der Kurzunterricht vorbereitet und durchgeführt wird, und dem Begleitseminar „Physikdidaktische Themenanalyse“, in dem fachlich-fachdidaktisches Wissen vermittelt wird, ist in Abb. 6 zu sehen. Bis auf das Item „Ich habe viel über die fachlichen Grundlagen gelernt“, unterscheiden sich die Mittelwerte zwischen den beiden Teilmodulen in t -Tests signifikant mit großen Effektstärken zwischen $d = 0.83$ und $d = 1.0$. Erwartungsgemäß wird von den Studierenden in der Veranstaltung „Experimentieren im Physikunterricht“ ein größerer Lernerfolg bezüglich des Experimentierens und des Unterrichtens wahrgenommen. Im Begleitseminar wurde nach Einschätzung der Studierenden hingegen mehr über Schülervorstellungen gelernt. Bezüglich der fachlichen Grundlagen der Schulphysik wurden beide Teilmodule als lernwirksam eingeschätzt.

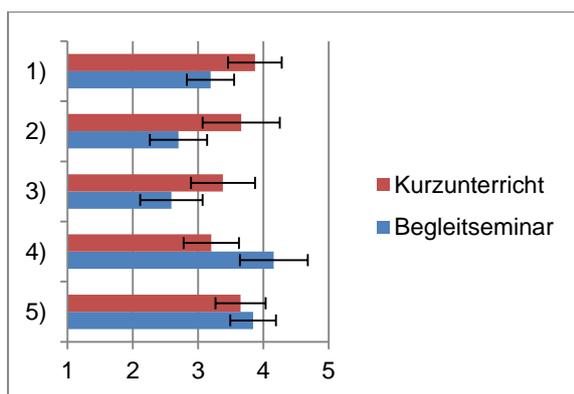


Abb. 6: Einschätzung der Studierenden bezüglich des eigenen Lernerfolgs bezüglich der beiden Teilmodule „Experimentieren im Physikunterricht“ mit dem Kurzunterricht und dem Teilmodul „Physikdidaktische Themenanalyse“ als Begleitseminar. Formulierung der Items : 1): „Ich habe einiges über die Einbettung von Versuchen in den Unterricht gelernt.“; 2): „Das Experimentieren hat mich im Umgang mit physikalischen Geräten sicherer gemacht.“; 3) „Ich habe wertvolle Erfahrungen in der Unterrichtsplanung gewonnen.“; 4) „Ich habe viel über Schülervorstellungen gelernt.“; 5) „Ich habe viel über die fachlichen Grundlagen der Schulphysik gelernt.“ Die Einschätzung erfolgte auf einer fünfstufigen Skala, deren Enden mit „Trifft gar nicht zu“ (1) und „Trifft ganz genau zu“ (5) bezeichnet sind.

6. Diskussion

Das in der Osnabrücker physikdidaktischen Ausbildung genutzte Lehrmodell des Kurzunterrichts im Rahmen der Veranstaltung „Experimentieren im Physikunterricht“ wird von allen Studierenden (außer Lehramt Grundschule) zweimal belegt. Die zentrale Frage der vorliegenden Studie war, ob sich

vom ersten zum zweiten Belegungssemester eine Verbesserung der Qualität des Kurzunterrichts nachweisen lässt. Der Zuwachs der Qualität des Kurzunterrichts ist in der Tat groß. Auch die Qualität des Unterrichtsentwurfs verbessert sich bei mittlerer Effektstärke. Wir nehmen an, dass dies darauf zurückzuführen ist, dass die Studierenden sowohl während der Vorbereitung ihres Kurzunterrichts intensive Unterstützung in experimenteller Hinsicht als auch eine didaktisch-methodische Beratung erhalten.

Die fachdidaktische Begleitveranstaltung („Physikdidaktische Themenanalyse“) dient dazu, vertieftes fachliches Wissen sowie fachdidaktisches Wissen zu vermitteln. Es besteht ein bedeutsamer Zusammenhang zwischen dem fachlich-fachdidaktischen Wissen und der Qualität des Kurzunterrichts. Darüber hinaus zeigt die Analyse eines Mediatorenmodells, dass dieser Zusammenhang durch die Qualität der Unterrichtsvorbereitung (erfasst über die Qualität des Unterrichtsentwurfs) vermittelt wird. Dies ist im Einklang mit der Transformationsmodell von Stender [2], wonach der Unterrichtsvorbereitung eine besondere Bedeutung bei der Transformation des Professionswissens in unterrichtliches Handeln zukommt.

Eine Teilstichprobe von Studierenden schätzte die Beiträge der beiden Lehrveranstaltungen hinsichtlich der Erreichung von verschiedenen Lernzielen ein. Es zeigte sich dabei, dass sich die beiden Veranstaltungen in gewisser Weise ergänzen. Durch Experimentieren im Physikunterricht werden demnach vor allem experimentelle Kompetenzen und die Fähigkeit zur Entwicklung von Unterricht gefördert, während die Begleitveranstaltung sich besonders hinsichtlich der Vermittlung von Kenntnissen zu Schülervorstellungen auszeichnet. Vertieftes fachliches Wissen wird nach Einschätzung der Studierenden in beiden Veranstaltungen gleichermaßen erworben. Demnach böten auch die Vorbereitung und die Reflexion des Kurzunterrichts Gelegenheiten, um vertieftes fachliches Wissen zu erwerben. Diese Ergebnisse entsprechen weitgehend der Intention des Veranstaltungsdesigns.

Aufgrund der Anlage der Studie, insbesondere wegen einer fehlenden Kontrollgruppe, sind keine kausalen Zusammenhänge nachzuweisen, sodass Schlussfolgerungen mit entsprechender Vorsicht zu ziehen sind. Beispielsweise ist nicht auszuschließen, dass ein Zuwachs in der Fähigkeit, guten Kurzunterricht zu machen, auf andere Lerngelegenheiten (z. B. in Veranstaltungen zur pädagogischen Psychologie) zumindest zum Teil zurückzuführen ist. Bezüglich der Rolle der fachlich-fachdidaktisch orientierten Begleitveranstaltung ist zu sehen, dass die Klausur jeweils am Ende des Semesters geschrieben wird, also nachdem der Kurzunterricht durchgeführt wurde. Unklar ist dabei, welches Wissen bereits zum Zeitpunkt der Unterrichtsvorbereitung aus dieser

Veranstaltung zur Verfügung stand, und ob dieses Wissen tatsächlich für die Vorbereitung genutzt wurde. Für zukünftige Studien wäre es daher von Interesse zu erheben, welche Wissens-elemente aus dem Begleitseminar von den Studierenden tatsächlich beim Verfassen des Unterrichtsentwurfs verwendet werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass in relativ kurzer Zeit von ein bis zwei Semestern bemerkenswerte Verbesserungen in der Qualität der Unterrichtsentwürfe sowie des Unterrichts der Studierenden nachzuweisen sind. Die Befunde legen außerdem nahe, dass das Modul „Grundlagen des Physikunterrichts“ einen wirksamen Ansatz darstellt, um fachlich-fachdidaktische Inhalte mit ersten Erfahrungen im Unterrichten zu verknüpfen.

Die Lehr-Kompetenz kann nur über die Einschätzung beobachtbaren Verhaltens im Unterricht beurteilt werden [1]. Aus forschungsmethodischer Perspektive bietet das von uns entwickelte, hochinferente Ratingsystem die Möglichkeit, die Performanz von Lehrenden ohne großen Aufwand zu erfassen. Dieses Instrument könnte für einschlägige Studien im Bereich von Schule und Hochschule hilfreich sein.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie entsprechen der Hypothese des Transformationsmodells von Stender [2], wonach der Unterrichtsplanung eine entscheidende Rolle für den Einfluss des Professionswissens auf die Unterrichtsqualität zukommt.

Die vorliegende Arbeit könnte Anregungen für Studien bieten, in denen über Erfassung von Prozessdaten kausale Zusammenhänge untersucht werden. Dadurch könnte z. B. das Transformationsmodell der Unterrichtsplanung weiter erhärtet werden.

7. Literatur

- [1] Vogelsang, Christoph; Reinhold, Peter (2013): Zur Handlungsvalidität von Tests zum professionellen Wissen von Lehrkräften. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 19, S. 103-128
- [2] Stender, Anita (2014): Unterrichtsplanung: Vom Wissen zum Handeln. Theoretische Entwicklung und empirische Überprüfung des Transformationsmodells der Unterrichtsplanung. Berlin: Logos
- [3] Kreis, Annelies (2012): Produktive Unterrichtsbesprechungen. Bern: Haupt
- [4] Lipowsky, Frank (2010): Lernen im Beruf – Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung. In: F. Müller, A. Eichenberger, M. Lüders & J. Mayr (Hrsg.), Lehrerinnen und Lehrer lernen – Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung (S. 51–72). Münster: Waxmann
- [5] Shulman, Lee S. (1986): Those who understand: Knowledge growth in teaching. In: Educational Researcher 15, 2, S. 4-14
- [6] Woitkowski, David; Riese, Josef; Reinhold, Peter (2011): Modellierung fachwissenschaftlicher Kompetenz angehender Physiklehrkräfte. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 17, S. 289-313
- [7] Tepner, Oliver; Borowski, Andreas; Dollny, Sabrina; Fischer, Hans E.; Jüttner, Melanie; Kirschner, Sophie et al. (2012): Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 18, S. 7-28
- [8] Muckenfuß, Heinz; Walz, Adolf (1997): Neue Wege im Elektrikunterricht. Köln: Aulis Verlag
- [9] Meyer, Hilbert (2007). Leitfaden Unterrichtsvorbereitung. Berlin: Cornelsen
- [10] Neumann, Knut; Kauertz, Alexander; Fischer, Hans E. (2012): Quality of instruction in science education. In: B. J. Fraser, K.G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), Second International Handbook of Science Education (S 247- 258). New York: Springer
- [11] Clark, Lee A.; Watson, David (1995): Constructing validity: Basic issues in objective scale development. In: Psychological Assessment, 7, S. 309-319
- [12] Baron, Reuben M.; Kenny, David A. (1986): The moderator–mediator variable distinction in social psychology research: conceptual, strategic, and statistical considerations. In: Journal of Personality and Social Psychology, 51, 1173-1182
- [13] Preacher, Kristopher J.; Hayes, Andrew F. (2004). SPSS and SAS procedures for estimating indirect effects in simple mediation models. In: Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, 36, S. 717-731

Anhang

Beispiele für Klausuraufgaben aus dem Begleitseminar „Physikdidaktische Themenanalyse“ zum Thema Elektrizitätslehre.

Aufgabe 2 (9 Punkte)

Schülerinnen und Schüler haben häufig Schwierigkeiten damit, elektrische Stromkreise zu verstehen. Eine Möglichkeit diesen Schwierigkeiten zu begegnen, besteht darin, zunächst die Zusammenhänge im Wasserkreislauf zu unterrichten und diese anschließend auf elektrische Stromkreise zu übertragen.

- Erläutern Sie drei Grenzen der Wasserstromkreisanalogie.
- Nach einem ersten Entwurf für ein Unterrichtskonzept zur Wasserstromkreisanalogie wurde die zunächst verwendete Tauchpumpe gegen eine Doppelwassersäule ausgetauscht. Erläutern

Sie mindestens zwei Vorteile einer Doppelwassersäule beim Einsatz in Wasserstromkreisen gegenüber der Tauchpumpe (im Rahmen eines analogieorientierten Lernens in der Elektrizitätslehre).

- c) Sie möchten mit einem Wasserkreislauf verschiedene Lernschwierigkeiten behandeln. Zur Verfügung stehen Wasserkreisel, Schläuche verschiedenen Durchmessers, Schlauchklemmen, sowie eine Tauchpumpe oder eine Doppelwassersäule.

Skizzieren Sie einen Versuchsaufbau und erläutern Sie, inwiefern folgende Schülervorstellungen nicht mit den Beobachtungen des Versuchs übereinstimmen:

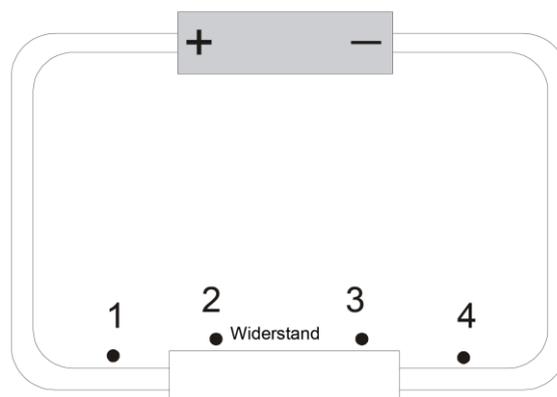
- 1) Stromverbrauchsvorstellung
- 2) Sequenzielle Argumentation

Aufgabe 4 (10 Punkte)

Die folgende Abbildung zeigt schematisch einen einfachen Stromkreis bestehend aus einer Batterie, Zuleitungen und einem Widerstand. Für diese Aufgabe sei der Widerstand der Zuleitungen zu vernachlässigen. Zeichnen Sie an den schwarz markierten Stellen jeweils Vektoren für

- a) das gesamte elektrische Feld,
- b) das magnetische Feld und
- c) den Poyntingvektor ein.

Geben Sie jeweils eine kurze Begründung für a) bis c), warum Sie die Vektoren in den vier Punkten so einzeichnen.



Danksagung

Ich danke C. Erfmann, M. Kahnt, S. Korte, M. Müller und C. Tschentscher, den Lehrkräften M. Frenzel und A. Würz sowie unserem physikalisch-technischen Assistenten D. Schwarz.