

## Experimentieren im Physikunterricht Welche Ziele verbinden Lehrkräfte mit dem Experimentieren?

Fadime Karaböcek, Roger Erb

Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt,  
Max-von-Laue-Straße 1, 60438 Frankfurt am Main  
karaboecek@physik.uni-frankfurt.de, roger.erb@physik.uni-frankfurt.de

### Kurzfassung

Experimente spielen im Physikunterricht eine zentrale Rolle. Demgemäß gibt es zahlreiche Forschungsarbeiten, die sich diesem besonders wichtigen Teil des Physikunterrichts widmen. Viele dieser Arbeiten haben sich bisher intensiv mit dem Nutzen von Experimenten für Schülerinnen und Schüler und mit Mustern des Experimentierens im Unterricht beschäftigt. Forschungsdefizite bestehen demgegenüber bei der Beschreibung der Experimentierabsichten von Lehrkräften. Im Beitrag wird ein Dissertationsprojekt vorgestellt, welches einen Beitrag zur Beschreibung dieser Absichten im Zusammenhang mit dem Experimentieren im Unterricht leisten möchte. Im Rahmen einer Untersuchung soll sowohl ein Einblick in die Experimentierabsichten als auch in die Experimentierpraxis von Lehrenden im Physikunterricht erhalten werden. Weiterhin werden in diesem Zusammenhang Ziele, die Lehrerinnen und Lehrer mit der Durchführung von Experimenten im Physikunterricht erreichen möchten, erhoben. Im Beitrag werden Ziele und Methoden des Projektes vorgestellt.

### 1. Einleitung und theoretischer Hintergrund

Der Rolle, die das Experimentieren im Unterricht einnimmt, haben sich bisher zahlreiche Untersuchungen gewidmet. In Bezug auf den Physikanfangsunterricht ergab eine Untersuchung, dass sich im Mittel zwei Drittel der Unterrichtszeit um ein Experiment drehen. Die reine Experimentierzeit macht laut Tesch (2005) etwa 28% der Gesamtzeit aus. Die restliche Zeit wird für das Vor- und Nachbereiten benötigt. Börlin (2012) konnte im Rahmen einer internationalen Untersuchung feststellen, dass etwa die Hälfte der Unterrichtszeit im Kontext experimentellen Handelns stattfindet. Lehrkräfte investieren demnach einen Großteil ihrer Unterrichtszeit in das Experimentieren. Nach Jonas-Ahrend (2004) nutzen Lehrerinnen und Lehrer Experimente zur Strukturierung ihres Unterrichts.

Tesch und Duit (2004) identifizieren für die Gesamtzeit im Kontext des Experimentierens einen positiven Zusammenhang mit der Leistungsentwicklung von Schülerinnen und Schülern. Die Zeit für das reine Experimentieren zeigt dabei keinen Effekt auf die Leistungsentwicklung. Nicht das reine Experimentieren leistet demnach einen wichtigen Beitrag zum erfolgreichen Physikunterricht, sondern die richtige Einbettung. Tesch und Duit sprechen daher der Einbettung von Experimenten einen wichtigen Qualitätsfaktor für den Physikunterricht zu.

Die Entscheidung für die Art und Weise der Einbettung von Experimenten erfolgt größtenteils in der Planungsphase des Unterrichts hauptsächlich durch die Lehrkraft. Dabei ist zu beachten, welche Ziele sie anhand des Experiments im Unterricht erreichen möchte. Dementsprechend kann das jeweilige Experiment eine unterschiedliche Funktion im Unterrichtsgeschehen einnehmen. Welzel et al. (1998) führen im Rahmen einer internationalen Studie fünf Hauptkategorien von Zielen des Experimentierens an. Gleiche und weitere Ziele werden ebenfalls in der Literatur zur Physikdidaktik genannt (Kircher et al., 2009). Bei einer Recherche hierzu haben wir ca. 40 mögliche Ziele von Experimenten für den Physikunterricht identifizieren können. Lehrerinnen und Lehrer sollten sich dieser bewusst sein, um eine erfolgreiche Einbettung der Experimente im Unterricht vornehmen zu können. In wie fern mögliche Ziele und Funktionen zu Experimenten den Lehrenden des Physikunterrichts bekannt sind oder durch diese bewusst eingesetzt werden, ist bisher nicht näher untersucht. Ziele, die Lehrpersonen anhand von Experimenten im Unterricht verfolgen, hängen eng mit deren Vorstellungen und Erwartungen zusammen. Jonas-Ahrend (2004) schreibt hierzu, dass Lehrerinnen und Lehrer beim Einsatz von Experimenten von ihren Vorstellungen dazu geleitet werden. In einer international angelegten Untersuchung

kann Jonas-Ahrend (2004) in Fragebögen und Interviews sowohl schülerbezogene als auch lehrerbezogene Gründe für den Einsatz von Experimenten ableiten. Diese werden in zwei Kategorien aufgeteilt, den theoretisch abgeleiteten und den praktisch erfahrenen Gründen. Danach messen Lehrerinnen und Lehrer dem Experimentieren im Unterricht zwar einen hohen Wert bei, können dies aber durch ihre praktischen Erfahrungen nicht belegen. Woher die geäußerten Vorstellungen tatsächlich kommen und ob sie handlungsleitend sind, wurde allerdings nicht erhoben.

Das hier vorgestellte Projekt hat das Anliegen, an diesem Punkt anzuknüpfen.

## 2. Fragestellung der Untersuchung

Die Studie konzentriert sich inhaltlich auf drei Bereiche:

1. Der erste Bereich bezieht sich auf die Absichten der Lehrkräfte zum Experimentieren. Darunter werden im Folgenden sowohl Faktoren, die Lehrerinnen und Lehrer bei der Planung des experimentellen Unterrichts beeinflussen, wie z.B. ihre Einstellungen zum Experiment, als auch Faktoren, die bei der konkreten Durchführung der Experimente im Unterricht zu berücksichtigen sind, zusammengefasst. Solche Faktoren könnten voraussichtlich die Klassengröße oder Art und Weise des zur Verfügung stehenden Lehrmaterials sein. Erste Ziele des Projektes sind die Identifizierung dieser Faktoren und ihre Darlegung.

2. Weiterhin soll das tatsächliche Experimentierverhalten von Lehrenden im Physikunterricht betrachtet werden. Hier möchten wir Auskunft darüber erhalten, wie die Umsetzung der Absichten des Experimentierens praktisch erfolgt. Zusätzlich sollen die Auswirkungen dieser Experimentierabsichten auf das Experimentierverhalten der Lehrenden erläutert werden. In diesem Zusammenhang wird ein weiterer Fokus auf die Ziele, die Lehrerinnen und Lehrer bei der Durchführung von Experimenten im Unterricht anstreben, gelegt. Dabei ist interessant, ob Lehrkräfte in der alltäglichen Routine der Unterrichtsvorbereitung die Ziele vor Augen haben, die mit einem Experiment erreicht werden können, welchen Wert die genannten Ziele für Lehrkräfte für den alltäglichen Unterrichtsprozess haben und ob Lehrkräfte sich bei der Vorbereitung und Durchführung von Unterricht an diesen Zielen orientieren.

3. Mit der Betrachtung des experimentellen Physikunterrichts bietet sich im Rahmen dieses Dissertationsprojektes eine weitere Teilstudie an. Die Untersuchung soll ebenfalls einen Eindruck der Experimentierpraxis im Physikunterricht geben. So ist unbekannt, welche Experimente tatsächlich und in welcher Häufigkeit in Deutschlands Schulen durchgeführt werden. Gibt es beispielsweise typische Expe-

perimente für ein Themengebiet des Physikunterrichts? Zu welchen unterschiedlichen Zwecken werden identische Experimente von Lehrerinnen und Lehrern im Unterricht eingesetzt?

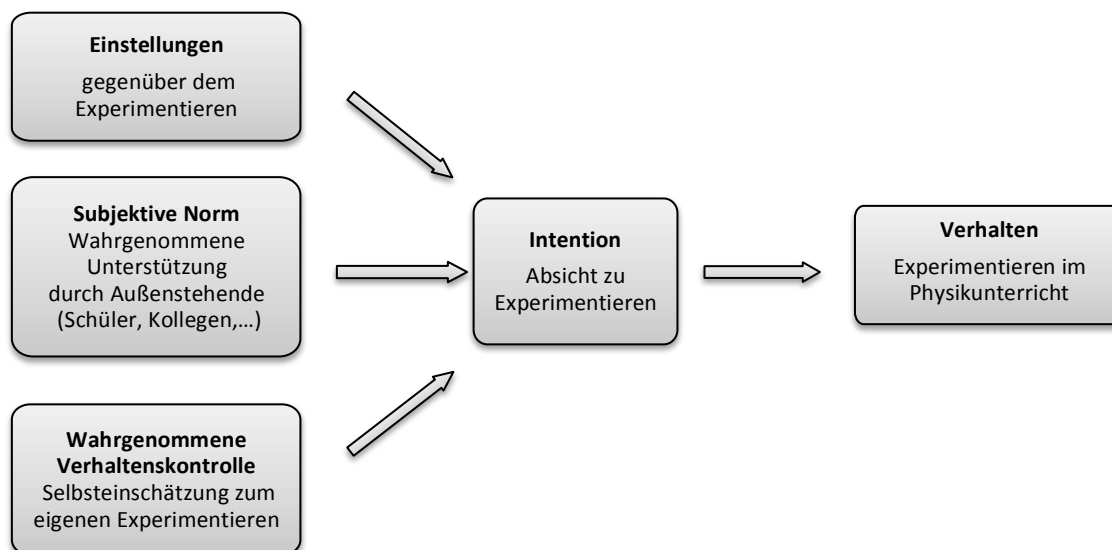
Insgesamt sind folgende Forschungsfragen von Interesse:

- 1) *Welche Faktoren beeinflussen bei Physiklehrkräften die Absicht zu experimentieren?*
- 2) *An welchen Zielen orientieren sich Lehrerinnen und Lehrer bei der Gestaltung des experimentellen Physikunterrichts?*
- 3) *Welche konkreten Experimente nutzen Lehrerinnen und Lehrer im Rahmen ihres täglichen Physikunterrichts, um ihre angedachten Ziele zu erreichen?*
- 4) *Welche Themenbereiche, in denen besonders viel bzw. sehr wenig experimentiert wird, können identifiziert werden?*

## 3. Studiendesign und Methoden

Um die Absicht der Lehrkräfte zu untersuchen, steht als theoretischer Bezugsrahmen eine sozialpsychologische Theorie, die "Theorie des geplanten Verhalten" von Ajzen und Fishbein (2010), zur Verfügung. Demnach kann ein bestimmtes Verhalten mit hoher Wahrscheinlichkeit vorausgesagt werden, wenn die Intention, dieses Verhalten durchzuführen, bekannt ist. Die Intention wird dabei als Absicht verstanden. Prädiktoren für die Intention sind wiederum vordergründig drei Faktoren, die Einstellungen zum Verhalten, die subjektive Norm und die wahrgenommene Verhaltenskontrolle in Bezug auf das Verhalten. Zur Erklärung der Verhaltensvorhersage wird sie in der Sozialpsychologie sogar für die am besten operationalisierte und empirisch am umfangreichsten getestete Theorie gehalten (Eagly und Chaiken 1993; Fishbein und Ajzen 2010). Auch in der Bildungsforschung wurde die Theorie für Forschungen bezogen auf das Verhalten von Lehrerinnen und Lehrern zugrunde gelegt (Eagly und Chaiken 1993; Yaman 2003; Krüger 2007; Lücken und Prechtel 2010).

Im vorliegenden Fall zielt dieses Modell auf die Vorhersage von Lehrerverhalten im Unterricht ab, unter Berücksichtigung der genannten Einflussfaktoren (Abbildung 1). Dieses Vorhersagemodell beinhaltet die Messung der Einstellung der Lehrkräfte gegenüber dem Experimentieren im Physikunterricht und ist in Form eines Erwartungs-Wert-Modells operationalisiert. Die Erfassung der wahrgenommenen Unterstützung (Subjektive Norm) und die wahrgenommene Verhaltenskontrolle der Lehrkräfte in Bezug auf das Experimentieren sind ebenfalls Bestandteile. Diese drei Faktoren beeinflussen das Verhalten der Lehrkräfte im Unterricht, welches jedoch noch durch die Ausbildung einer Experimentierabsicht (Intention) mediiert wird.

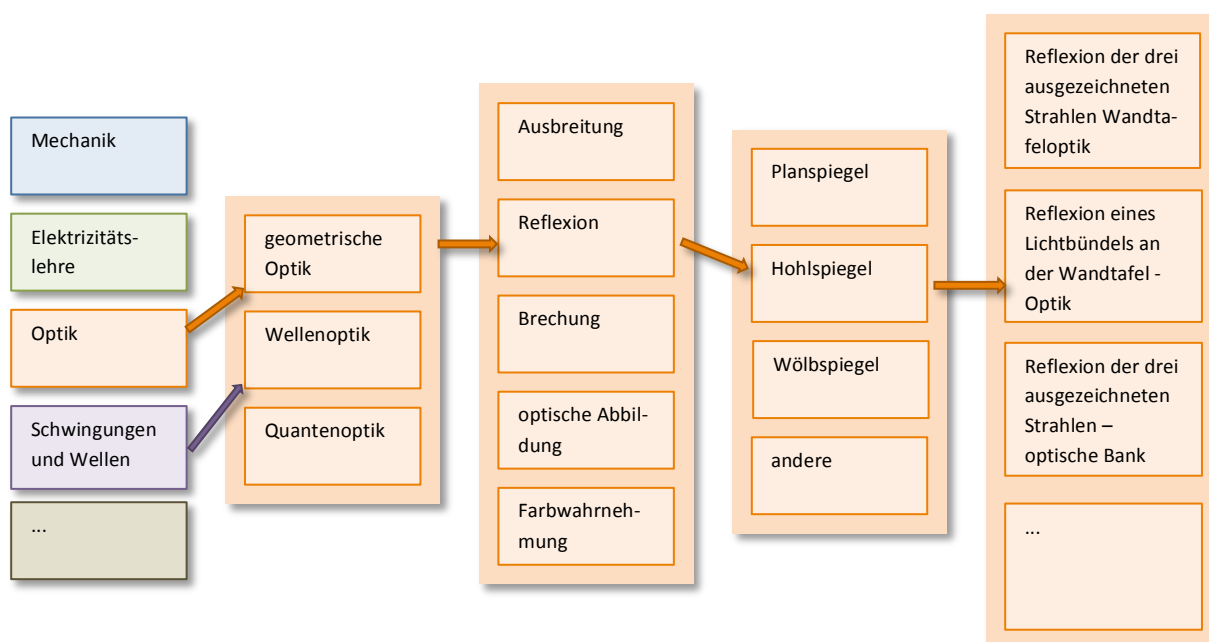


**Abb.1:** Modell zur Vorhersage von Lehrerverhalten im Unterricht in Anlehnung an die Theorie des geplanten Verhaltens von Fishbein und Ajzen (2010).

Zur Erhebung der Intention nach dem genannten Modell wird ein Leitfaden zur Erstellung der Erhebungsinstrumente angewandt (Ajzen, 2011). Demnach wird die Erhebung mittels Fragebogen einmalig durchgeführt. Auf Grundlage vorheriger Studien ist zu erwarten, dass Lehrerinnen und Lehrer dem Experimentieren im Physikunterricht einen hohen Wert beimessen (Jonas-Ahrend, 2004). Daher wird vermutet, dass ein großer Teil der Lehrkräfte angeben wird, häufig experimentieren zu wollen. In wie fern dieses Vorhaben in die Tat umgesetzt wird, soll über den zweiten Teil der Befragung festgestellt werden. Hierzu haben wir Lehrerinnen und Lehrer an hessischen Schulen gebeten, ihren Unterrichtsverlauf über einen mehrwöchigen Zeitraum zu doku-

mentieren. In einem Tagebuch ähnlichen Fragebogen sollen die Lehrkräfte festhalten, wann sie Experimente durchführen und auf welche Art und Weise dies geschieht. Zudem wird erfragt, welche Ziele das jeweilige Experiment erfüllen sollte.

Das Erhebungsinstrument für den dritten Bereich der Untersuchung ist derzeit in Entwicklung. Das Ergebnis dieser Untersuchung soll ein Abbild der Experimentiersituation in der Sekundarstufe darstellen. Zur Befragung einer großen Anzahl von Lehrerinnen und Lehrern muss daher ein Verfahren entwickelt werden, welches ohne größeren zeitlichen Aufwand eine Erfassung der durchgeführten Experimente ermöglicht. Dazu ist eine Onlinebefragung mit einem mehrstufigen Kategoriensystem von Experi-



**Abb. 2:** Menü zur Eintragung von durchgeführten Experimenten.

menten geplant. Teilnehmende Lehrerinnen und Lehrer können auf diese Weise durch wenige Klicks angeben, welche Experimente sie in den letzten Tagen im Unterricht durchgeführt haben. Auch eine mehrmalige Eingabe soll für jeden Teilnehmenden möglich sein. Derzeit wird eine Datenbank von möglichen Experimenten erstellt, die dem Onlinebefragungsinstrument zu Grunde liegen soll. Mittels Dropdown-Menü wird Lehrerinnen und Lehrern die Möglichkeit gegeben werden in kürzester Zeit die Experimente einzutragen. Ein Beispiel dazu zeigt Abbildung 2. Angedacht ist durch den kurzen Zeitaufwand zur Eintragung der Experimente Lehrerinnen und Lehrer dazu anzuregen die Eintragung möglichst jedes Mal durchzuführen.

#### 4. Ausblick

Bis Ende des Schuljahres 2012/2013 werden die Ergebnisse der Pilotierung des Fragebogens zur Erhebung der Absichten beim Experimentieren vorliegen. Nach einer eventuellen Überarbeitung soll dieser Anfang des Schuljahres 2013/2014 in hessischen Schulen eingesetzt werden. Ebenfalls werden erste Ergebnisse zum Experimentierverhalten der Lehrkräfte und zu Zielen des Experimentierens zum Ende des Schuljahres vorliegen. Das Onlineinstrument, zur Evaluierung der im Unterricht praktizierten Experimente, soll Anfang des Schuljahres 2013/2014 zum Einsatz bereit sein und durch eine große Beteiligung von Lehrenden möglichst zeitnah erste Ergebnisse zur Verfügung stellen können.

#### 5. Literatur

- [1] Ajzen, I. (2011): Constructing a Theory of Planned Behavior Questionnaire. Brief Description of the Theory of Planned Behavior.
- [2] Börlin, J. (2012): Das Experiment als Lerngelegenheit. Vom interkulturellen Vergleich des Physikunterrichts zu Merkmalen seiner Qualität. Berlin: Logos.
- [3] Eagly, A. H.; Chaiken, Sh. (1993): The psychology of attitudes. Fort Worth, TX: Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.
- [4] Fishbein, M.; Ajzen, I. (2010): Predicting and changing behavior. The reasoned action approach. New York: Psychology Press.
- [5] Jonas-Ahrend, G. (2004): Physiklehrervorstellungen zum Experiment im Physikunterricht. Berlin: Logos
- [6] Kircher, E.; Girwidz, R.; Häußler, P. (Hg.) (2009): Physikdidaktik. Theorie und Praxis. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.
- [7] Krüger, D.; Vogt, H. (Hrsg.) (2007): Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. 1. Aufl. Berlin, New York: Springer.
- [8] Lücken, M.; Prechtel, H. (2010): Die Vorhersage der Implementation von innovativen Unterrichtskonzepten bei Lehrkräften am Beispiel des Projektes "Biologie im Kontext". Aus: Schwarz, B. (Hrsg.); Nenniger, P. (Hrsg.); Jäger, R. (Hrsg.): Erziehungswissenschaftliche Forschung - nachhaltige Bildung. Landau: Empirische Pädagogik S. 390-396
- [9] Tesch, M; Duit, R. (2004): Experimentieren im Physikunterricht - Ergebnisse einer Videostudie. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, S. 51-69.
- [10] Tesch, M. (2005): Das Experiment im Physikunterricht. Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie. Berlin: Logos
- [11] Welzel, M.; Haller, K.; Bandiera M.; Hammelev D. (1998): Ziele, die Lehrende mit dem Experimentieren in der naturwissenschaftlichen Ausbildung verbinden. Ergebnisse einer europäischen Umfrage. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (1), S. 29-44.
- [12] Yaman, M. (2003): Die Berücksichtigung der Robinsohnschen Curriculumdeterminanten bei der Behandlung des Themas Ernährung. Dissertation, Gießen.