

Einfluss der Auswertephase beim Experimentieren im Physikunterricht auf den Fachwissenszuwachs und die experimentelle Kompetenz

Ergebnisse aus Studien der letzten Jahre haben gezeigt, dass das Experiment im naturwissenschaftlichen Unterricht eine übergeordnete Rolle spielt. Vor allem Vor- und Nachbereitung von Experimenten und deren Einbettung in den Unterrichtsverlauf haben einen großen Einfluss auf die Qualität des Unterrichts (Tesch & Duit, 2004). Allerdings gibt es bis heute nur wenige Studien, die sich mit der Struktur dieser Phasen befassen. Eine Studie von Jan Winkelmann (2014) konnte mit Hilfe von Kurztests vor der Auswertung von Experimenten und Post-Tests nach der Gesamtintervention allerdings zeigen, dass Schülerinnen und Schüler auch durch die Auswertung des Experiments noch dazu lernen. Daher erscheint es interessant, die Auswertephase von Experimenten genauer zu beleuchten und sie mittels mehrerer Treatments zu variieren, um herauszufinden, wie diese Phase idealerweise zu gestalten ist.

Fragestellung

An diesem Punkt soll das geplante Forschungsprojekt ansetzen. Vorläufige Forschungsfragen lauten:

F1 Wie wirkt sich die Auswertephase von Experimenten im Physikunterricht mit unterschiedlichem Offenheitsgrad auf die Entwicklung der Schülerinnen und Schüler in den Bereichen Fachwissenszuwachs und experimentelle Kompetenz aus?

F2 Welche Unterschiede zeigen sich bei unterschiedlicher Kombination von Experimentiersituation und Auswertephase in Bezug auf die Entwicklung der Schülerinnen und Schüler in den Bereichen Fachwissenszuwachs und experimentelle Kompetenz?

F3 Welche Unterschiede zeigen sich in heterogenen Leistungsgruppen aufgrund der unterschiedlichen Auswertephase des Experiments im Physikunterricht in Bezug auf die Entwicklung der Schülerinnen und Schüler in den Bereichen Fachwissenszuwachs und experimentelle Kompetenz?

F4 Welchen Einfluss haben Lehrercharakteristika auf die Kompetenzentwicklung von Schülerinnen und Schüler im Fach Physik?

Treatment-Variation

Die Auswertung der Schüler- und Demonstrationsexperimente soll in drei Schritten erfolgen:

- 1.) *Darstellung und Zusammenfassung der protokollierten Messwerte und Beobachtungen durch schriftlich-bildliches Festhalten* (Skizzen, Diagramme, Tabellen, Berechnungen)
- 2.) *Formulierung von Ergebnissen* (Rückbezug auf die experimentelle Frage bzw. die Hypothese, mögliche Verallgemeinerungen finden...)
- 3.) *Bewertung des Experiments unter Berücksichtigung der Fehlerbetrachtung*

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wird zwischen drei Treatments (Variationen der Auswertephase) unterschiedlicher Offenheit unterschieden:

Auswertung im Plenum: In diesem Treatment, welches wohl am häufigsten im naturwissenschaftlichen Unterricht zu finden ist, wird das Vorgehen zur Auswertung des Experiments von der Lehrkraft vorgegeben (Priemer, 2011, S. 325) bzw. geleitet. Die Auswertung findet im Dialog mit den Schülerinnen und Schülern an der Tafel statt; die Lehrkraft stellt anleitende Fragen.

Angeleitete Auswertung: In diesem zweiten Treatment ist das Vorgehen vorskizziert (Priemer, 2011, S. 325). Die Schülerinnen und Schüler sollen in Kleingruppen mit Hilfe einer schrittweisen, systematischen Anleitung versuchen, das Experiment so selbstständig wie möglich auszuwerten. Als Hilfen stehen den Kleingruppen vorgefertigte Arbeitsblätter mit einer schrittweisen Anleitung zur Auswertung des Experiments zur Verfügung. Weitere Hilfestellungen können das Schulbuch oder das Internet bieten. Die Lehrkraft nimmt in diesem Treatment die Position des außenstehenden Helfers ein. Falls die Schülerinnen und Schüler Fragen haben, können sie sich an ihn bzw. sie wenden. Allerdings sollte die Lehrkraft die letzte Instanz darstellen.

Selbstständige Auswertung: Die letzte Auswertemethode stellt die offenste der drei dar. In diesem Treatment gibt es (idealerweise) keine Vorgaben zum Vorgehen (Priemer, 2011, S. 325). Die Schülerinnen und Schüler arbeiten in Kleingruppen komplett selbstständig. Sie können selbst bestimmen, wie und mit welchen Materialien sie das Experiment auswerten und eigene Lösungsideen verfolgen. Hilfen können, wie schon im vorangegangenen Treatment, das Internet oder das Schulbuch darstellen. Die Lehrkraft sollte nur im absoluten Notfall als Helfer einspringen.

Neben dem Fachwissenszuwachs und dem Zuwachs an experimenteller Kompetenz soll die Überzeugung der Lehrkraft zum Experiment miterhoben werden. Motivation hierfür bieten erneut die Ergebnisse von Winkelmann (2014), der gezeigt hat, dass nicht die Experimentiersituation selbst (Demonstrationsexperiment oder Schülerexperiment), sondern die Wechselwirkung von unterrichtender Lehrkraft und der jeweiligen Experimentiersituation maßgeblich ist.

Studiendesign

Die hier vorgestellte Studie ist als quasi-experimentelle Längsschnitt-Feldstudie geplant und vergleicht den Wissens- und Kompetenzzuwachs durch angeleitetes und selbstständiges Auswerten von Schüler- und Demonstrationsexperimenten. Die untenstehende Abbildung bietet einen Überblick über die sechs Untersuchungsgruppen:

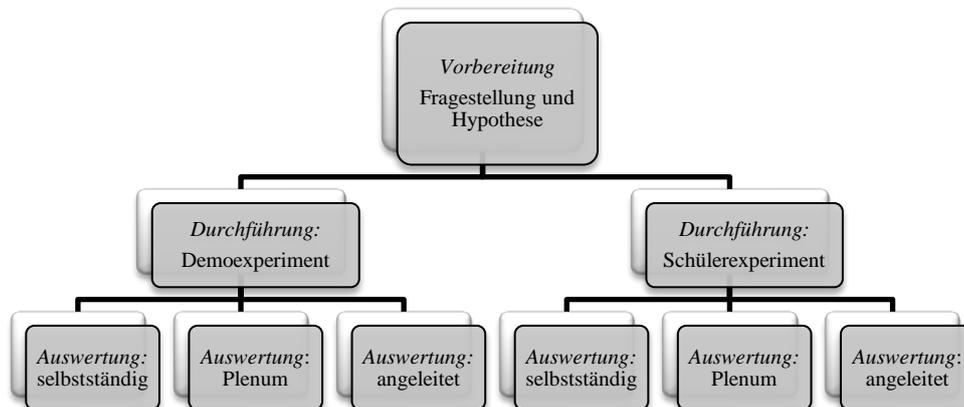


Abbildung 1 Übersicht über Untersuchungsgruppen

Während sechs vorgeplanter Doppelstunden werden die Klassen Optikunterricht mit Demonstrations- und Schülerexperimenten mit unterschiedlicher Auswertephase erleben. Es werden Themenbereiche wie Lichtbrechung, Brechungsgesetz und Lichtbündelung behandelt. Tabelle 1 zeigt die zeitliche Planung der Studie.

| Unterrichtsstunde / Thema | Experimente |
|--|--|
| 1. Doppelstunde: Lichtbrechung – Knick in der Optik | Experiment 1: Peilversuch: „Fischjagd“ Experiment 2: Peilversuch mit Stecknadel |
| 2. Doppelstunde: Brechungsgesetz und Sammellinse | Experiment 3: Lichtbrechung Experiment 4: Lichtbündelung an der Sammellinse |
| 3. Doppelstunde: Abhängigkeit der Lichtbündelung und Linsengleichung | Experiment 5: Abhängigkeit der Lichtbündelung Experiment 6: Linsengleichung |

Tabelle 1 Planung der Studie

Folgende drei Testinstrumente werden als Prä-Test vor Beginn der Intervention und als Post-Test nach Beendigung der Intervention eingesetzt. In einem zeitlichen Abstand kommen sie erneut als Follow-up-Test zum Einsatz:

- 1.) *Kognitiver Fähigkeitstest* (auf der Grundlage von Heller und Perleth, 2009)
- 2.) *Fachwissenstest* im Single-Choice Format (auf der Grundlage der Studie von Winkelmann, 2014)
- 3.) *Test zum Messen der experimentellen Kompetenz* im Single-Choice Format (eigens erstellt auf der Grundlage des MeK-LSA Computersimulationstests siehe beispielsweise Dickmann et al, 2013)

Ausblick

Im Herbst 2015 wird eine Pilotstudie mit ca. 10 Lehrkräften und 12 Klassen durchgeführt. Nachdem diese Pilotstudie ausgewertet und überarbeitet wurde, ist eine Hauptstudie im Herbst 2016 mit ca. 20 Lehrkräften und 24 Klassen vorgesehen. Sowohl die Pilotstudie, als auch die Hauptstudie sollen mit Fokus auf Fachwissenszuwachs und Zuwachs an experimenteller Kompetenz ausgewertet werden.

Literatur

- Dickmann, M., Eickhorst, B., Theyßen, H., Neumann, K., Schecker, H. & Schreiber, N. (2013). Measuring experimental skills in large-scale assessments: developing a simulation-based test instrument. In C. P. Constantinou, N. Papadouris & A. Hadjigeorgiou (Eds.), *Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning. Proceedings of the ESERA 2013 Conference*.
- Priemer, Burkhard (2011). Was ist das Offene beim offenen Experimentieren? In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*; Jg. 17, 2011
- Tesch, Maike und Duit Reinders. Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*; Jg. 10, 2004, S. 51-69
- Winkelmann, Jan (2014). Auswirkungen auf den Fachwissenszuwachs und auf affektive Schülermerkmale durch Schüler- und Demonstrationsexperimente im Physikunterricht. Berlin: Logos Verlag