

Entwicklung eines Seminarkonzepts zur Planung von Experimenten

Motivation und theoretischer Hintergrund

Der Einsatz von Schülerexperimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht wurde in der didaktischen Forschung in Vergangenheit kontrovers diskutiert. Vor allem der notwendige Grad der Offenheit zur Vermittlung von Kompetenzen in den Bereichen Fachwissen und Erkenntnisgewinnung ist noch immer weitgehend ungeklärt (Jiang & McComas, 2015; Sumfleth, Rumann & Nicolai, 2004). Einerseits werden kochbuchartige Anleitungen als wenig lernförderlich angesehen, da nicht die notwendigen Kognitionen, sondern das Abarbeiten von Experimentier-Schritten im Vordergrund stehen (Fischer et al., 2003; Prenzel & Parchmann, 2003). Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass neben der Durchführung vor allem die Planung und Auswertung von Experimenten durch die Schülerinnen und Schüler zur Förderung von Kompetenzen im Bereich experimenteller Erkenntnisgewinnung beiträgt (Schulz, 2011; Tesch, 2005). Andererseits stehen offenere Experimentierformen in der Kritik, ggf. zu einer Überforderung der Schülerinnen und Schüler zu führen und den Lernerfolg nicht unbedingt zu steigern (Kirschner, Sweller & Clark, 2006; Wirth, Thillmann, Künsting, Fischer & Leutner, 2008). Mittlerweile gibt es einen Konsens darüber, dass durch einen angemessenen Grad an Strukturierung und Unterstützung die Komplexität des Experimentierprozesses herabgesetzt und so möglicher Überforderung der Schülerinnen und Schüler entgegengewirkt werden kann (Arnold, Kremer & Mayer, 2017; Koenen, Emden & Sumfleth, 2016). Das rückt die Kognitionen beim Experimentieren wieder in den Fokus, ohne jedoch dabei die Schülerinnen und Schüler zu überfordern.

Damit (Chemie-)Lehrkräfte in der Lage sind, Experimentierprozesse für ihre Schülerinnen und Schüler zu optimieren, benötigen sie Wissen über Experimente und deren Einsatz im Unterricht. Dieses Wissen wird als Bestandteil des fachdidaktischen Wissens einer Lehrkraft verstanden (Gramzow, Riese & Reinhold, 2013). Da der Einsatz von Experimenten im Unterricht einer sinnvollen Vor- und Nachbereitung sowie einer durchdachten Integration in den Lehr-Lern-Prozess bedarf (Kechel, 2016), müssen Chemielehrerinnen und -lehrer darüber hinaus entsprechende Planungskompetenzen besitzen. Zur Planung von Experimentierprozessen zählen neben den genannten Unterstützungs- und Strukturierungsmaßnahmen (Hänze, Schmidt-Weigand & Blum, 2007; Wahser & Sumfleth, 2008) weitere Kriterien, wie das Setzen klarer Ziele (Hofstein & Lunetta, 2004; Schulz, 2011), eine offene, schülerzentrierte Herangehensweise (Priemer, 2011) sowie die Anpassung der Offenheit an Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler (Koenen et al., 2016).

Um die Planungskompetenz bezüglich offenen schülerzentrierten Experimentierens zu fördern, wurde ein universitäres Seminar konzipiert. In diesem werden die oben genannten Kriterien für die Planung adaptiv offen gestalteter Experimente in Form einer Strukturierungshilfe aufgegriffen und durch eigenständiges Entwerfen von Experimentierprozessen durch die Studierenden angewendet. Das Seminarkonzept orientiert sich dabei an Grundelementen einer Learning Study (Nilsson, 2014). Die dabei wiederholt stattfindenden Prozesse der Planung, des Feedbacks, der Selbstreflexion und der Optimierung der Planungen haben ein lernförderliches Potential (Nilsson, 2014).

Ziele und Forschungsfragen

Hauptziel des Projektes ist die Entwicklung und Evaluation eines Seminarkonzepts zur Förderung der Planungskompetenzen von Chemie-Lehramtsstudierenden bezüglich offenen schülerzentrierten Experimentierens. Das führt zu folgenden Forschungsfragen (FF) und den damit verbundenen Zielen:

- FF 1: Lassen sich die Planungskompetenzen der Studierenden bezüglich offenen schülerzentrierten Experimentierens im Rahmen des konzipierten universitären Seminars fördern?
- FF 2: Welche Kriterien sind besonders hilfreich zur Förderung dieser Kompetenzen?
- FF 3: Kann das experimentell-fachdidaktische Wissen durch die Teilnahme am Seminar gesteigert werden?

Methode und Testinstrumente

Um den Forschungsfragen nachzugehen, werden verschiedene Testinstrumente eingesetzt. Zur Überprüfung der ersten Forschungsfrage wird die Entwicklung eines Paper-Pencil-Tests, im Prä-Post-Follow Up-Design, angestrebt. Um genaue Aussagen über die Schwierigkeit und Anwendbarkeit der einzelnen Kriterien der Strukturierungshilfe zu erhalten, wird ein Kodiermanual benötigt, das eine genaue Analyse der im Seminar entwickelten Experimentierwürfe zulässt. Zur Klärung der FF 3 wird ein bereits bestehender Test adaptiert nach Backes, Sumfleth und Tepner (2012) herangezogen. In Tabelle 1 sind der Ablauf des universitären Seminars und das Forschungsdesign dargestellt.

Tabelle 1: Ablauf des universitären Seminars mit Erhebungszeitpunkten

Termin	Phase	Inhalt	Erhebung
1.	Theoriephase	Sicherheitsbelehrung	
2.		Einführung	Prätest
3.		Theoretischer Input	
4.	Praxisphase Zyklus I	Experimentierphase	
5.		Anwendungsphase	
6.		Reflexionsphase	Analyse MZP I
7.	Praxisphase Zyklus II	Experimentierphase	
8.		Anwendungsphase	
9.		Reflexionsphase	Analyse MZP II
10.	Praxisphase Zyklus III	Experimentierphase	
11.		Anwendungsphase	
12.		Reflexionsphase	Analyse MZP III
13.	Abschlussphase	Abschlusspräsentationen	
14.		Abschlusspräsentationen	
15.		Abschluss	Posttest

Nach einer Sicherheitsbelehrung und einer allgemeinen Einführung zum Ablauf des Seminars werden mittels Tests die Planungskompetenz bezüglich offenen schülerzentrierten Experimentierens sowie das experimentell-fachdidaktische Wissen erhoben. Außerdem werden in einem Fragebogen die fachspezifischen Überzeugungen und Selbstwirksamkeitserwartungen abgefragt. Als theoretischen Input werden den Studierenden neben allgemeinen Aspekten des naturwissenschaftlichen Experimentierens die Strukturierungshilfe und die darin enthaltenen Kriterien zur Planung offener schülerzentrierter Experimente erläutert.

Zu Beginn der zyklischen Praxisphase suchen die Studierenden jeweils sechs Experimente zu den von ihnen gewählten Lehrplanthemen aus. Pro Experimentierphase führen die Studierenden zwei der gewählten Experimente selbst nach Anleitung durch. Bis zum nächsten Seminartermin entwickeln sie unter Verwendung der Strukturierungshilfe aus den rezeptartigen Experimentieranleitungen offene schülerzentrierte Experimente. Diese werden in der Anwendungsphase von ihren Kommilitoninnen und Kommilitonen getestet, analysiert und mittels Feedbackbogen eingestuft. In einer abschließenden Reflexionsphase werden die eigenen Entwürfe reflektiert und optimiert.

Die Schritte der Experimentierphase, des Entwerfens der Planungen sowie der Anwendungs- und Reflexionsphase werden dabei dreimalig mit jeweils anderen Experimenten durchlaufen. Somit werden im Laufe des Seminars pro Person sechs offene schülerzentrierte Experimente entwickelt, getestet, reflektiert und optimiert. Diese Experimentierentwürfe werden am Ende eines jeden Zyklus erfasst und mit Hilfe eines selbstentwickelten Kodiermanuals qualitativ analysiert. Ein zusätzliches siebtes Experiment wird von jedem Studierenden seminarbegleitend entworfen, überarbeitet und am Ende des Seminars bei der Abschlusspräsentation im Plenum vorgestellt und anschließend diskutiert. Abschließend werden in einem Post-Test erneut die Planungskompetenzen, das experimentell-fachdidaktische Wissen sowie die fachspezifischen Überzeugungen und Selbstwirksamkeitserwartungen erhoben. In einem Follow-Up-Test soll sechs bis acht Wochen nach Beendigung des Seminars erneut der Planungskompetenztest durchgeführt werden.

Das Seminarkonzept findet jeweils in zwei parallelen Kursen statt, welche sich in der Schulform unterscheiden (Gymnasial- und Realschullehramt), um ergänzend Hinweise auf eine eventuelle Schulformabhängigkeit des Seminarkonzepts zu erhalten.

Ergebnisse aus der Präpilotierung

In einer Präpilotierung im Sommersemester 2018 wurde das Seminarkonzept anhand von 4 Studierenden erprobt. Die qualitative Auswertung der abschließenden Reflexion ergab Hinweise darauf, dass die alleinige Instruktion wichtiger Kriterien zur Planung von Experimentierprozessen aus Sicht der Studierenden nicht ausreichend ist, um diese beim Planungsprozess zu unterstützen. Als Konsequenz für die Pilotstudie wurden die Kriterien in einer Strukturierungshilfe angeordnet, welche die Studierenden bei der Entwicklung ihrer Entwürfe heranziehen können.

Ausblick

Im weiteren Verlauf des Projektes sollen die oben genannten Messinstrumente entwickelt werden und in der Pilotstudie im Wintersemester 2018/19 zum Einsatz kommen. Im Sommersemester 2019 findet dann die Hauptstudie I und im darauffolgenden Wintersemester 2019/20 die Hauptstudie II statt.

Literatur

- Arnold, J., Kremer, K. & Mayer, J. (2017). Scaffolding beim Forschenden Lernen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23 (1), 21–37.
- Backes, A., Sumfleth, E. & Tepner, O. (2012). *Test zum experimentell-fachdidaktischen Wissen von Chemielehrkräften*. Unveröffentlichtes Manuskript, Essen.
- Fischer, H. E., Klemm, K., Leutner, D., Sumfleth, E., Tiemann, R. & Wirth, J. (2003). Naturwissenschaftsdidaktische Lehr-Lernforschung: Defizite und Desiderata. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 9, 179–208.
- Gramzow, Y., Riese, J. & Reinhold, P. (2013). Modellierung fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 7–30.
- Hänze, M., Schmidt-Weigand, F. & Blum, S. (2007). Mit gestuften Lernhilfen im naturwissenschaftlichen Unterricht selbstständig lernen und arbeiten. In K. Rabenstein & S. Reh (Hrsg.), *Kooperatives und selbstständiges Arbeiten von Schülern. Zur Qualitätsentwicklung von Unterricht* (1. Aufl., S. 197–208). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education. Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88 (1), 28–54.
- Jiang, F. & McComas, W. F. (2015). The Effects of Inquiry Teaching on Student Science Achievement and Attitudes: Evidence from Propensity Score Analysis of PISA Data. *International Journal of Science Education*, 37 (3), 554–576.
- Kechel, J.-H. (2016). *Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren*. Dissertation. Logos Verlag Berlin GmbH.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work. An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41 (2), 75–86.
- Koenen, J., Emden, M. & Sumfleth, E. (Hrsg.). (2016). *Chemieunterricht im Zeichen der Erkenntnisgewinnung* (Ganz In - Materialien für die Praxis). Münster: Waxmann.
- Nilsson, P. (2014). When Teaching Makes a Difference: Developing science teachers' pedagogical content knowledge through learning study. *International Journal of Science Education*, 36 (11), 1794–1814.
- Prenzel, M. & Parchmann, I. (2003). Kompetenz entwickeln - Vom naturwissenschaftlichen Arbeiten zum naturwissenschaftlichen Denken. *Naturwissenschaften im Unterricht/Chemie*, 14, 15–19.
- Priemer, B. (2011). Was ist das Offene beim offenen Experimentieren? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 315–337.
- Schulz, A. (2011). *Experimentierspezifische Qualitätsmerkmale im Chemieunterricht*. Zugl.: Duisburg, Essen, Univ., Diss., 2010. Logos, Berlin.
- Sumfleth, E., Rumann, S. & Nicolai, N. (2004). Schulische und häusliche Kooperation im Chemieanfangsunterricht. In J. Doll (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule. Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung; [BIQUA]* (S. 284–302). Münster u.a.: Waxmann.
- Tesch, M. (2005). *Das Experiment im Physikunterricht. Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie* (Studien zum Physik- und Chemielernen, Bd. 42). Zugl.: Kiel, Univ., Diss., 2005. Berlin: Logos-Verl.
- Wahser, I. & Sumfleth, E. (2008). Training experimenteller Arbeitsweisen zur Unterstützung kooperativer Kleingruppenarbeit im Fach Chemie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, 219–241.
- Wirth, J., Thillmann, H., Künsting, J., Fischer, H. E. & Leutner, D. (2008). Das Schülerexperiment im naturwissenschaftlichen Unterricht. Bedingungen der Lernförderlichkeit einer verbreiteten Lehrmethode aus instruktionspsychologischer Sicht. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54, 361–375.