

Planung von Experimenten für den Physikunterricht – Eine Bestandsanalyse

Einleitung

Die Ausbildung von Lehramtsstudierenden hat die Entwicklung der professionellen Kompetenz als Lehrkraft zum Ziel. Dabei gilt die Planung von Unterricht als eine der zentralsten Aufgabe von Lehrkräften (Riese, Vogelsang, Schröder, Borowski, Kulgemeyer, Reinhold & Schecker, 2022; Gemeinsame Erklärung des Präsidenten der KMK und der Vorsitzenden der Bildungs- und Lehrergewerkschaften sowie ihrer Spitzenorganisationen Deutscher Gewerkschaftsbund DGB und DBB -Beamtenbund und Tarifunion, 2000). Sie muss im Rahmen der Ausbildung eingeführt, erprobt und reflektiert werden. Für Lehramtsstudierende in der ersten und zweiten Ausbildungsphase ist die Planung und Durchführung von Experimenten dabei unerlässlich, da es „eine grundlegende Erkenntnisquelle“ (Kircher, Girwirdz & Fischer, 2020) für den Unterricht darstellt. Dieser Bedeutung des Experimentes und der Notwendigkeit, dieses in Planungsgesprächen umfangreich zu diskutieren, müssen sich ebenfalls Mentorinnen und Mentoren bewusst sein, da ihnen eine Schlüsselrolle bei der Professionalisierung angehender Lehrkräfte zugesprochen wird (Gröschner & Häusler, 2014; Hascher, 2014). Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der Betreuung und Beratung angehender Lehrkräfte, im folgenden Mentees genannt, bei der Planung von Experimenten für den Physikunterricht.

Es gibt vielfältige Materialien und Anregungen, die hier nur exemplarisch und für die vorliegende Untersuchung relevanzbezogen angerissen werden. Reintjes, Bellenberg & Im Brahm (2018) heben insbesondere drei Aspekte hervor, die im Rahmen der Lehramtsausbildung enthalten sein müssen: (a) aktives Handeln der Studierenden zur Erprobung der Grundformen pädagogischen Handelns; (b) Aufbau von Fallwissen in Form von Aktivitätsszenarien und (c) Erwerb reflexiver Fähigkeiten durch kritisch-analytische Begegnung von Schulerfahrungen unter Einbeziehung didaktischer Theorien. Im Zuge der Betreuung von Mentees sind diese Aspekte unter Beachtung psychologischer Lernmodelle und Formen der Gesprächsführung adressatengerecht zu gestalten. Kircher, Girwirdz & Fischer (2020) diskutieren die Bedeutung und die möglichen Funktionen des Experimentes im Schulunterricht. Sie geben Richtlinien zur Durchführung von Experimenten in der Unterrichtspraxis, die aus physikdidaktischer Sicht bei der Beratung von Mentees dienen können. Weiterhin beschreiben Goertz, Klein, Riese & Heinke (2019), Gut-Glanzmann & Mayer (2018) oder auch Nawrath, Maiseyenko & Schecker (2011) das Experiment als wissenschaftliche Arbeitsweise und formulieren Kompetenzmodelle für das Experimentieren im Physikunterricht. Für die Betreuung und Beratung der Mentees entwickelten Böhmman & Schäfer-Munro (2008) sowie Schlegel (2019) physikspezifische Materialien, die bei der Beobachtung und Reflexion von Unterricht unterstützen.

Für die Betreuung der Mentees stellten Seiler & Tepner (2019) fest, dass „alleinige Instruktion wichtiger Kriterien zur Planung von Experimentierprozessen aus Sicht der Studierenden nicht ausreichend ist, um diese beim Planungsprozess zu unterstützen.“ Erfahrene Lehrkräfte müssen daher nicht nur über eine hohe Handlungskompetenz verfügen, um ihren eigenen Unterricht gestalten zu können, sondern auch die Performanz besitzen, Mentees in ihrer Ausbildung anzuleiten. Ziel dieser Untersuchung ist daher die Betreuung und Beratung der Mentees in Bezug auf die Planung von Experimenten zu beschreiben und die Entwicklung des Professionswissens und der Planungsperformanz zu analysieren. Aus diesen Erkenntnissen sollen Empfehlungen für die Gestaltung entsprechender Lerngelegenheiten abgeleitet werden.

Forschungsfragen und Studiendesign

Zur Beschreibung der bisherigen, intuitiv geführten Mentoringgespräche folgt die Untersuchung den Fragen, (a) wie die Gespräche zur Planung von Experimenten ablaufen, (b) welche Aspekte des Professionswissens dabei adressiert werden und (c) inwieweit Planungsmaterialien auf notwendige Schwerpunktsetzungen beim Mentoring hinweisen. Zur Beantwortung dieser Fragen dient das Seminar *Schulrelevante Experimente*: Mentees des fünften Semesters führen Experimente durch und diskutieren diese unter fachdidaktisch-methodischen Gesichtspunkten. Mittels dreier Erhebungsmethoden erfolgt die qualitative Beschreibung und Analyse der Planungsperformanz der Teilnehmenden in dem Seminar (vgl. Abb. 1), der Mentees.

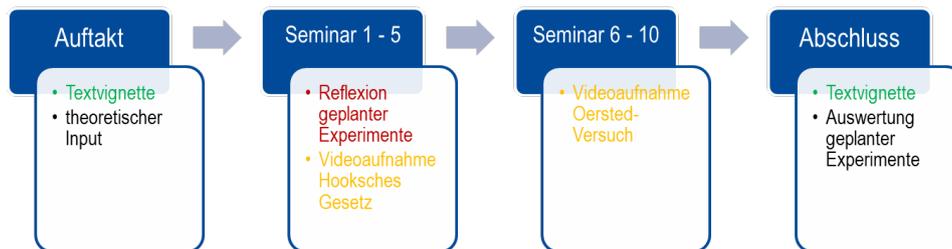


Abbildung 1: Ablauf des Seminars *Schulrelevante Experimente*

Um die Performanzentwicklung der Mentees zu beschreiben, bearbeiten sie als Pre-Post-Test eine **Textvignette**. In dieser ist eine Unterrichtseinheit sowie eine dazugehörige Unterrichtsstunde geschildert, in der ein Experiment durchgeführt werden soll. Aufgabengeleitet ist die Planung durchzuführen und alle bewusst wahrgenommenen Planungsgedanken sind zu notieren. Dabei wenden die Mentees gemäß ihrem aktuellen Stand ihr Professionswissen an. Auf Grundlage der mit einer qualitativen Inhaltsanalyse (Kuckartz & Rädiker, 2022) identifizierten Aspekte können Aussagen hinsichtlich der Entwicklung des Professionswissens und der Performanz der Mentees abgeleitet werden.

Während der Seminare führen die Mentor:innen Gespräche mit den Mentees zu den verschiedenen Experimenten. Die dabei **videografierten Gespräche zum Hookschen Gesetz und dem Oersted-Versuch** sollen inhaltlich mit der Event-Sampling-Methode (Schmidt-Atzert, Krumm, Amelang & Zielinski, 2021) hinsichtlich der besprochenen Aspekte zur Planung und Durchführung von Experimenten (Kircher, Girwirdz & Fischer, 2020) sowie hinsichtlich der methodischen Gestaltung analysiert werden. Diese Auswertung ist noch in Arbeit.

Die Mentees erstellen eigene Planungsmaterialien für ein selbst gewähltes Experiment. Die **Reflexion der geplanten Experimente** durch die Mentees erfolgt mit Hilfe des Facettenmodells experimenteller Teilkompetenzen (Nawrath, Maiseykenka & Schecker, 2011). Die Mentees erhalten dazu Feedback von den Mentor:innen. Die gewonnenen Daten werden mittels einer hierarchischen Clusteranalyse nach Ward (Bacher, Pöge & Wenzing, 2010) ausgewertet und zu planungsrelevanten Parametern in Beziehung gesetzt, um so notwendigen Förderbedarf abzuleiten.

Erste Ergebnisse

Die Analyse der bisherigen Ergebnisse zeigt, dass die Mentees in allen Aspekten des Professionswissens einer weiteren Förderung bedürfen. Die Erklärung des Experimentes im Rahmen der **Textvignette** wies häufig Defizite auf und konnte trotz der Einordnung in die Klassenstufe und die Unterrichtsreihe nicht ausreichend didaktisch reduziert werden. Die Mentees fokussierten auf quantitative Planungsaspekte, indem sie die Anzahl der Schülerschaft und die Materialien hinterfragten. Methodische Aspekte, wie Positionierung und Gestaltung des Experiments im Raum sowie Visualisierung für die Schüler:innen, wurden in der Planung wenig

thematisiert. Weiterhin deutet sich an, dass die Mentees nicht alle Entscheidungen bei der Planung bewusst wahrnehmen, sodass mögliche Stolpersteine bei der unterrichtlichen Durchführung nicht benannt wurden.

Die Auswertung der **Reflexionen der geplanten Experimente** zeigte

zwei prototypische Arten von Experimenten (vgl. Abb. 2), die dem Demonstrationsexperiment (DE, gelbes Cluster, N=87) und dem Schülerexperiment (SE, blaues Cluster, N=73) zugeordnet werden können. In beiden Clustern wird insbesondere die Förderung der Teilkompetenzen „Fragestellung entwickeln“ sowie „Experiment planen“ wenig berücksichtigt. Die bei der hierarchischen Analyse entstehenden Subcluster (Abb. 3) differenzieren die prototypischen Cluster und deuten verschiedene Beratungsschwerpunkte hinsichtlich der experimentellen Teilkompetenzen an. Weiterhin können Beziehungen zu planungsrelevanten Parametern, wie dem physikalischen Stoffgebiet, der Klassenstufe oder den angegebenen Funktionen der geplanten Experimente, hergestellt werden.

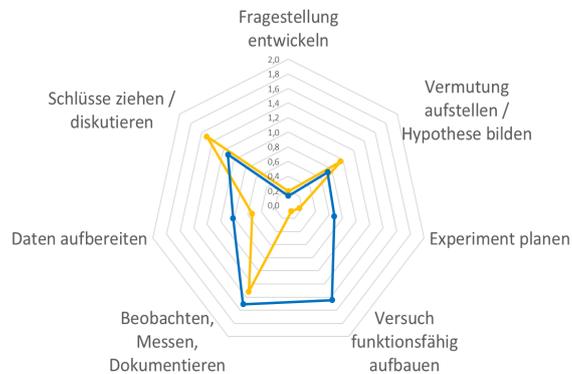


Abbildung 2: Analyse der Reflexion der geplanten Experimente mit Hilfe des Facettenmodells experimenteller Teilkompetenzen in einer 2-Cluster-Lösung

Weiterhin können Beziehungen zu planungsrelevanten Parametern, wie dem physikalischen Stoffgebiet, der Klassenstufe oder den angegebenen Funktionen der geplanten Experimente, hergestellt werden.

Subcluster	Durchführungsform				
	n. a.	DE	SE	SE, DE	Gesamt
1	2	53	17	1	73
2	0	1	18	1	20
3	1	3	20	1	25
4	3	3	34	2	42
Gesamt	6	60	89	5	160

Abbildung 3: Kreuztabelle Subcluster und Durchführungsform der 4-Cluster-Lösung zur tiefergehenden Beschreibung der Cluster

Zusammenfassend lässt sich bereits jetzt konstatieren, dass bei der Betreuung und Beratung von Studierenden unterschiedliche Experimente fachlich, fachdidaktisch und methodisch zu thematisieren sind und der Planungsprozess stetig wiederholt und reflektiert werden muss. Entsprechende Lerngelegenheiten sollten daher die Planung verschiedener unterrichtlicher Einsatzmöglichkeiten von Experimenten

unter der Vorgabe der Förderung verschiedener experimenteller Teilkompetenzen beinhalten. Zur Entwicklung einer Qualifizierungsveranstaltung für Mentor:innen ist die Erweiterung der Gruppe der Mentees auf Referendar:innen und die Untersuchung der Lehrkräfte als Expert:innen für das Planen von Experimenten nötig. In diesem Zusammenhang weiterhin untersucht werden, inwieweit „Lehrer lehren, wie sie selbst unterrichtet wurden“ (Riese & Reinhold, 2012).

Literatur

- Bacher, J., Pöge, A. & Wenzig, K. (2010). *Clusteranalys: Anwendungsorientierte Einführung in Klassifikationsverfahren*. Oldenburg Verlag.
- Böhmman, M. & Schäfer-Munro, R. (2008). *Kursbuch Schulpraktikum: Unterrichtspraxis und didaktisches Grundwissen. Mit 28 Trainingsbausteinen, auch zum Download im Internet* (2., neu ausgestattete Aufl.). *Beltz Pädagogik*. Beltz Verlagsgruppe. <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1120349>
- Goertz, S., Klein, P., Riese, J. & Heinke, H. (2019). Die Plattform „FLexKom“ zur Förderung experimenteller Kompetenzen - Konzept und Einsatzbeispiele. *Didaktik Der Physik - Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung*.
- Gröschner, A. & Häusler, J. (2014). Inwiefern sagen berufsbezogene Erfahrungen und individuelle Einstellungen von Mentorinnen und Mentoren die Lernbegleitung von Lehramtsstudierenden im Praktikum voraus? In K.-H. Arnold, A. Gröschner & T. Hascher (Hrsg.), *Schulpraktika in der Lehrerbildung: Theoretische Grundlagen, Konzeptionen, Prozesse und Effekte = Pedagogical field experiences in teacher education = theoretical foundations, programmes, processes, and effects*. Waxmann.
- Gut-Glanzmann, C. & Mayer, J. (2018). Experimentelle Kompetenz. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Springer Berlin Heidelberg.
- Hascher, T. (2014). Forschung zur Wirksamkeit der Lehrerbildung. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (2., überarbeitete Auflage). Waxmann.
- Kircher, E., Girwidz, R. & Fischer, H. E. (2020). *Physikdidaktik | Grundlagen*. Springer Berlin Heidelberg.
- Kuckartz, U. & Rädiker, S. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (5. Auflage). *Grundlagentexte Methoden*. Beltz Juventa. <https://www.beltz.de/fileadmin/beltz/leseproben/978-3-7799-6231-1.pdf>
- Gemeinsame Erklärung des Präsidenten der KMK und der Vorsitzenden der Bildungs- und Lehrgewerkschaften sowie ihrer Spitzenorganisationen Deutscher Gewerkschaftsbund DGB und DBB -Beamtenbund und Tarifunion (2000).
- Nawrath, D., Maiseyken, V. & Schecker, H. (2011). Experimentelle Kompetenz: Ein Modell für die Unterrichtspraxis. *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule*, 60(6), 42–48.
- Reintjes, C., Bellenberg, G. & Im Brahm, G. (Hrsg.). (2018). *Schulpraktische Studien und Professionalisierung: Band 3. Mentoring und Coaching als Beitrag zur Professionalisierung angehender Lehrpersonen*. Waxmann.
- Riese, J. & Reinhold, P. (2012). Die professionelle Kompetenz angehender Physiklehrkräfte in verschiedenen Ausbildungsformen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15(1), 111–143. <https://doi.org/10.1007/s11618-012-0259-y>
- Riese, J., Vogelsang, C., Schröder, J., Borowski, A., Kulgemeyer, C., Reinhold, P. & Schecker, H. (2022). Entwicklung von Unterrichtsplanungsfähigkeit im Fach Physik: Welchen Einfluss hat Professionswissen? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 25(4), 843–867. <https://doi.org/10.1007/s11618-022-01112-0>
- Schlegel, C. M. (Hrsg.). (2019). *Lehrkräfte. Schulpraktika begleiten: Praxiserprobte Arbeitshilfen für Mentorinnen und Mentoren* (6. Auflage). Raabe.
- Schmidt-Atzert, L., Krumm, S., Amelang, M. & Zielinski, W. (Hrsg.). (2021). *Lehrbuch. Psychologische Diagnostik* (6., vollständig überarbeitete Auflage). Springer.
- Seiler, F. & Tepner, O. (2019). Entwicklung eines Seminarkonzepts zur Planung von Experimenten. In C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik* (Bd. 39, S. 858–861).