

Experimentell-fachdidaktisches Wissen und Handeln von Chemie-Lehramtsstudierenden

Theoretischer Hintergrund

Das Fachdidaktische Wissen (pedagogical content knowledge, PCK) und das Fachwissen von Lehrkräften (content knowledge, CK) gelten als notwendige Voraussetzungen für erfolgreiches Vorbereiten und Durchführen von Unterricht (Abell, 2008). Bisher gibt es in der chemiedidaktischen Forschung kaum Untersuchungen, die sich mit dem Zusammenhang zwischen dem experimentell-fachdidaktischem Wissen angehender Lehrkräfte und ihrem Unterrichtshandeln befassen (Baumert & Kunter, 2006). Um diese Forschungslücke zu schließen, wurde ein universitäres Seminar u. a. zur Förderung des experimentell-fachdidaktischen Wissens entwickelt und evaluiert. Dabei wurden sowohl der positive Effekt von Videoanalysen (Dinkelaker & Herrle, 2009) als auch die Wirksamkeit eines gemeinsamen systematischen Handelns und Reflektierens genutzt (Helmke, 2014).

Ziele der Untersuchung

- Entwicklung eines universitären Seminarkonzepts u. a. zur Förderung des experimentell-fachdidaktischen Wissens von Chemie-Lehramtsstudierenden
- Entwicklung eines Tests zur Erfassung des Fachwissens zum Thema Stofftrennung und -identifikation angehender Chemielehrkräfte
- Entwicklung und Evaluation eines Leitfadeninterviews zur Erfassung des reflexiven Wissens zur experimentellen Erkenntnisgewinnung
- Aufklärung des Zusammenhangs zwischen dem Unterrichtshandeln von Chemie-Lehramtsstudierenden, ihrem experimentell-fachdidaktischen Wissen und dem Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler [SuS]

Hypothesen

H1: Durch das universitäre Seminar werden das experimentell-fachdidaktische Wissen der Studierenden und ihr Fachwissen zum Unterrichtsthema Stofftrennung und -identifikation gesteigert.

H2: Die Studierenden können von MZP I über MZP II bis zu MZP III ihr Experimentierverhalten [H2.1], die kognitive Aktivierung ihrer SuS [H2.2] und ihre Klassenführung [H2.3] verbessern.

H3: Die SuS, die am MZP III unterrichtet werden, lernen mehr dazu als die SuS am MZP II. Diese wiederum mehr als die SuS am MZP I.

Untersuchungsdesign und Testinstrumente

Zu Beginn des universitären Seminars wurden u. a. das experimentell-fachdidaktische Wissen ($N_{\text{Items}} = 19$, $\alpha = .77$) (Backes, Sumfleth & Tepner, 2012), das Fachwissen zum Thema Stofftrennung und -identifikation ($N_{\text{Items}} = 23$, $\alpha = .80$) erhoben. Im Anschluss daran wurden die Studierenden in Tandems eingeteilt, um gemeinsam ein Unterrichtskonzept zum Themenfeld Stofftrennung und -identifikation zu entwickeln. Diese Thematik findet sich im Profilbereich der achten Jahrgangsstufe des bayerischen Gymnasiallehrplans wieder.

Als Vorgaben zur Unterrichtsstunde erhielten sie zum einen die exakte Themenstellung – wie beispielsweise Destillation im Mikromaßstab – zum anderen die Struktur aus Hinführung, Schülerexperiment und Auswertung, sowie den zeitlichen Umfang von vierzig Minuten. An zwei aufeinanderfolgenden Seminarterminen hatten die Teilnehmer für die

Konzeption ihres Unterrichtskonzepts etwa 100 min Zeit. Dieses wurde am Schülertag I (entspricht MZP I) zum ersten Mal erprobt. Der Schülertag fand im Lehr-Lern-Labor der Chemiedidaktik der Universität Regensburg statt. Etwa zwei Wochen davor bearbeiteten die SuS dieser Klasse einen Fachwissenstest ($N_{\text{Items}} = 30$) und einen Fragebogen zu naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen ($N_{\text{Items}} = 63$) (Klos, 2008). Der Schülertag begann etwa um 7.40 Uhr und endete nach sechs Unterrichtseinheiten und Pausen um ca. 15.15 Uhr. Zu Beginn wurden kognitive Fähigkeiten ($N_{\text{Items}} = 25$) (Heller & Perleth, 2000) und das Fachinteresse der SuS ($N_{\text{Items}} = 11$) (Tepner, 2008) erfasst. Direkt nach jeder Stunde wurden sieben Items zum Verständnis des Schülerexperiments und sieben Items zum Anteil an Selbststeuerung erhoben. Zudem wurden entsprechende Aufgaben des Schüler-Fachwissenstests durchgeführt. Dieser wurde etwa zwei Monate nach dem Schülertag erneut von den SuS bearbeitet.

Die Seminarteilnehmer, die am Schülertag gerade nicht unterrichteten, beobachteten die Stunden der anderen Teilnehmer. Dabei füllten sie einen Beobachtungsbogen ($N_{\text{Items}} = 31$) (Helmke, 2005) aus und notierten Tipps, die die unterrichtenden Lehrkräfte bei der erneuten Durchführung am Schülertag II (entspricht MZP II) verbessern sollten.

Alle Stunden wurden videographiert, um diese in der Folge im Hinblick auf Klassenführung ($N_{\text{Items}} = 71$, $\alpha = .98$) (Helmke, 2005), kognitive Aktivierung der SuS ($N_{\text{Items}} = 20$, $\alpha = .89$) (Vogelsang, 2014) und Experimentierverhalten der Lehrkraft ($N_{\text{Items}} = 38$, $\alpha = .93$) (Schulz, 2011) zu analysieren.

Bevor die Studierenden ihre eigenen Unterrichtsvideos einzeln mit Hilfe von Prompts reflektierten, wurden die Tandems interviewt. Hierfür wurde ein Leitfadeninterview konzipiert, das u. a. Gedanken zum Ablauf der Unterrichtsstunde und zur Konzeption des Schülerexperiments erfasst.

Beim folgenden Seminartermin fand der Austausch zwischen den Tandempartnern unter Verwendung der ausgewerteten Schülereinschätzungsbögen und Beobachtungsbögen, sowie der selbst erarbeiteten Aspekte der Videoanalyse statt. Ziel war es, das Unterrichtskonzept bis zum Schülertag II weiterzuentwickeln. Schülertag II verlief mit einer anderen Lerngruppe analog zu Schülertag I. Auch der Ablauf der sich anschließenden Reflexionsphase entsprach der nach dem ersten Schülertag. Im Rahmen des Seminars wurde dieser beschriebene Zyklus ein drittes Mal wiederholt. Im Anschluss daran wurden die Post-Tests zum PCK und CK erhoben. Circa zwei Monate nach dem Seminar finden die entsprechenden Follow-Up-Tests statt.

Das Seminar wurde in der beschriebenen Weise bereits dreimal gehalten. Demnach setzt sich die Stichprobe aus 54 Studierenden und 249 SuS zusammen.

Ergebnisse

In Bezug auf das PCK ergibt sich bei den Studierenden ein hochsignifikanter Wissenszuwachs (Pre-Post: $t(53) = 12.9$; $p < .001$; $d = 1.9$; Pre-FU: $t(53) = 10.9$; $p < .001$; $d = 1.7$). Auch im eingesetzten Fachwissenstest erzielen die Studierenden sowohl im Post-, als auch im Follow-Up-Test ein hochsignifikant besseres Ergebnis als im Pre-Test (Pre-Post: $t(53) = 8.2$; $p < .001$; $d = 1.3$; Pre-FU: $t(53) = 7.1$; $p < .001$; $d = 1.3$). Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse des ausgewerteten Videokodiermanuals zum Experimentierverhalten:

Videokodiermanual	MZP I – MZP II	MZP II – MZP III	MZP I – MZP III
Experimentierverhalten	$t(35) = 10.0$ $p < .001$; $d = 2.4$	$t(35) = 6.8$ $p < .001$; $d = 1.0$	$t(35) = 12.2$ $p < .001$; $d = 3.4$

Tabelle 1

Der Fachwissenstest der SuS wird im Pre-Post-Follow-Up-Design erhoben. Im Hinblick auf die Kontrollvariable KFT unterscheiden sich die SuS der unterschiedlichen Klassen im Mittel nicht.

Es zeigt sich an allen drei Messzeitpunkten ein hochsignifikanter, nachhaltiger Wissenszuwachs der SuS (MZP I: Pre-FU: $t(86) = 8.0$; $p < .001$; $d = 0.7$; MZP II: Pre-FU: $t(78) = 11.6$; $p < .001$; $d = 1.1$; MZP III: Pre-FU: $t(81) = 12.1$; $p < .001$; $d = 1.7$). Die Effektstärke d nimmt von MZP I über MZP II bis MZP III zu.

Zusammenfassung

- Die Studierenden lernten im Rahmen des universitären Seminars sowohl im experimentell-fachdidaktischen Wissen als auch im Fachwissen hochsignifikant dazu.
- Die Studierenden konnten ihr Experimentierverhalten, von MZP I über MZP II bis zu MZP III hochsignifikant steigern.
- Die SuS lernten im Fachwissen hochsignifikant dazu, wobei der Umfang des Lernzuwachses von MZP I über MZP II bis zu MZP III zunimmt. Dies könnte ein Hinweis auf die positive Auswirkung des steigenden experimentell-fachdidaktischen Wissens der Studierenden und ihres verbesserten Unterrichtshandelns sein.

Literatur

- Abell, S. K. (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30 (10), 1405–1416.
- Backes, A., Sumfleth, E. & Tepner, O. (2012). *Test zum experimentell-fachdidaktischen Wissen von Chemielehrkräften*. Unveröffentlichtes Manuskript, Essen.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9 (4), 469–520.
- Dinkelaker, J. & Herrle, M. (2009). *Erziehungswissenschaftliche Videographie. Eine Einführung* (Qualitative Sozialforschung, 1. Aufl.). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden. Verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-91676-7>
- Heller, K. A. & Perleth, C. (2000). *Kognitiver Fähigkeitstest für 5.-12. Klassen (KFT 5-12+ R)*. Göttingen: Beltz Testgesellschaft.
- Helmke, A. (2005). *EVIT-Unterrichtsbeobachtungsbogen*, Universität Koblenz-Landau.
- Helmke, A. (2014). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose Evaluation und Verbesserung des Unterrichts; Franz Emanuel Weinert gewidmet. [Berücksichtigt die Hattie-Studien]* (Unterricht verbessern - Schule entwickeln, 5., [aktualisierte] Aufl.). Seelze-Velber: Klett Kallmeyer.
- Klos, S. (2008). *Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht - der Einfluss eines integrierten Unterrichtskonzepts* (Studien zum Physik- und Chemielernen, Bd. 89). Univ., Diss.--Duisburg-Essen, 2007. Berlin: Logos Verlag.
- Schulz, A. (2011). *Experimentierspezifische Qualitätsmerkmale im Chemieunterricht. Eine Videostudie* (Studien zum Physik- und Chemielernen, Bd. 113). Essen, Univ., Diss.--Duisburg, 2010. Berlin: Logos-Verl.
- Tepner, O. (2008). *Effektivität von Aufgaben im Chemieunterricht der Sekundarstufe I* (Studien zum Physik- und Chemielernen, Bd. 76). Techn. Univ., Diss.--Dortmund, 2008. Berlin: Logos-Verl. Verfügbar unter <http://d-nb.info/988919524/04>
- Vogelsang, C. (2014). *Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften - Zusammenhangsanalysen zwischen Lehrerkompetenz und Lehrerperformanz*. Unveröffentlichte Dissertation, Universität Paderborn. Paderborn.