

Marc Rodemer¹
Stefan Rumann¹

¹Universität Duisburg-Essen

Einfluss von Fehlvorstellungen auf die Diagnosekompetenz von angehenden Chemielehrkräften

Einleitung

Diagnostische Kompetenzen sind in verschiedenen Modellen des Professionswissens (Baumert & Kunter, 2013; Carlson et al., 2019; Shulman, 1987) sowie in bildungspolitischen Vorgaben verankert. Die Diagnose von Schülervorstellungen wird als Facette des fachdidaktischen Wissens betrachtet (Carlson et al., 2019; Park & Oliver, 2008). Dabei ist den verschiedenen Modellen des Professionswissens gemein, dass Fachwissen einen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung von fachdidaktischem Wissen hat, das domänenspezifisch betrachtet werden muss (Carlson et al., 2019; Shulman, 1987). Gerade in den Naturwissenschaften müssen Schülervorstellungen wissenschaftlichen Konzepten gegenübergestellt werden. Im Hinblick auf das Fach Chemie sind solche Schülervorstellungen zwar gut erforscht (Barke, 2015; Heeg et al., 2020), aber auch bei angehenden Lehrkräften sind mitunter Fehlvorstellungen vorhanden (Taskin et al., 2016). Dies deutet darauf hin, dass zukünftige Chemielehrkräfte Schwierigkeiten haben, Fehler in Schülerprodukten zu erkennen. Diagnostische Fähigkeiten äußern sich vor allem in der Urteilsgenauigkeit, d. h. im gezielten Erkennen von Fehlern. Eine Studie von Yang et al. (2014) zeigte, dass Lehrkräfte Schwierigkeiten haben, Schülervorstellungen differenziert zu betrachten. Der aktuelle pädagogische Konsens mit einer konstruktivistischen Sicht auf Lehr-/Lernprozesse sieht Schülervorstellungen und Fehlvorstellungen als produktive Ansatzpunkte für den Unterricht (Duit et al., 2013; Larkin, 2012). Dabei muss die Art der Fehler unterschieden werden, da Schülervorstellungen eher als produktive Fehler und Rechtschreibfehler eher als unproduktive Fehler angesehen werden (Oser et al., 2012). Es ist davon auszugehen, dass die Urteilsgenauigkeit der Lehrkräfte durch das Vorhandensein eigener Fehl- und Alltagsvorstellungen beeinflusst wird.

Forschungsfragen

Während die Diagnose von Schülervorstellungen zum Alltag einer Lehrkraft in der Schule gehört, ist über die Einflussfaktoren auf die diagnostischen Fähigkeiten von Lehramtsstudierenden weniger bekannt. Basierend auf der Literaturrecherche konnte das Vorwissen einer Lehrkraft als entscheidender Einflussfaktor auf die diagnostischen Fähigkeiten identifiziert werden, wozu auch das Vorhandensein eigener Fehlvorstellungen und Alltagsvorstellungen gehört. Dazu gehört auch eine Unterscheidung, welche Fehlerarten im konstruktivistischen Sinne als Anknüpfungspunkt für den Unterricht dienen können, wobei zwischen produktiven Fehlern auf Basis von Fehl- und Alltagsvorstellungen und unproduktiven Fehlern z.B. in der Rechtschreibung differenziert wird.

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurde der Einfluss des Vorwissens auf die diagnostischen Fähigkeiten von Chemielehrkräften untersucht, um Implikationen für die Lehrerprofessionalisierung im Rahmen der Hochschulbildung abzuleiten. Das Projekt folgt drei Forschungsfragen:

FF1. Inwieweit erreichen angehende Chemielehrkräfte eine Urteilsgenauigkeit bei der Diagnose von fiktiven Schülerprodukten?

FF2. Gibt es Unterschiede in der Urteilsgenauigkeit von angehenden Chemielehrkräften zwischen produktiven und nicht-produktiven Fehlern?

FF3. Inwieweit beeinflusst Vorwissen die Urteilsgenauigkeit von angehenden Chemielehrern?

Forschungsdesign

Um die Forschungsfragen zu beantworten, beurteilten angehende Chemielehrkräfte mehrere fiktive Schülerprodukte in Form von Vignetten. Die Schülerprodukte folgen exemplarischen Themen aus grundlegenden chemischen Konzepten (Teilchenmodell, chemische Reaktionen, Energie). Dabei enthalten diese Schülerprodukte sowohl konzeptionelle Fehler (produktive Fehler) als auch Rechtschreibfehler (unproduktive Fehler). Die Beurteilung der Vignetten wurde elektronisch durchgeführt. Außerdem wurden ein Vorwissenstest und eine Abfrage demografischer Angaben eingesetzt. Als demografische Angaben wurden Alter, Muttersprache, Zweitfach und letzte Chemienote erfasst. Die abhängige Variable ist die Urteilsgenauigkeit bei der Bewertung von Schülerprodukten, die beschreibt, ob die implementierten Fehler korrekt ermittelt wurden.

Material 1: Fiktive Schülerprodukte. Insgesamt wurden drei fiktive Schülerprodukte als schriftliche Vignetten entwickelt, die bekannte Alltags- und Fehlvorstellungen zu grundlegenden Chemiekonzepten enthalten (Barke, 2015; Streller et al., 2019). Dabei wurden sowohl produktive Fehler aufgrund von Alltagsvorstellungen als auch unproduktive Fehler aufgrund von Rechtschreibfehlern implementiert. Für jedes Schülerprodukt wurde eine passende und fehlerfreie Musterlösung entwickelt. Zur Bestimmung der Urteilsgenauigkeit wurden die Beurteilungen der Probanden mit der Musterlösung verglichen und daraus Kappa (κ) als Übereinstimmungsmaß berechnet (Landis & Koch, 1977).

Als Beispiel behandelt eine Vignette die Sublimation von Jod. Eine typische Fehlvorstellung ist eine Kombination aus Ideen des Kontinuums und des Diskontinuums (Barke, 2015). Ein Fehler ist die Zuordnung von Eigenschaften zu Teilchen. Flüssigkeiten werden von Lernenden oft als wässrig bezeichnet, weil sie die Eigenschaft „flüssig“ mit dem aus dem Alltag bekannten Stoff Wasser assoziieren. Ein häufige Fehlvorstellung, insbesondere bei Aggregatzustandsänderungen, ist die widersprüchliche Anwendung des Dalton-Atommodells, wonach Atome weder zerstört noch neu geschaffen werden können. Lernende gehen davon aus, dass neue Teilchen entstehen, wenn sich der Aggregatzustand ändert. Lernende sprechen daher oft von Gasteilchen, Feststoffteilchen und Flüssigkeitsteilchen. In der Vignette finden sich insgesamt acht Fehler, die die typischen Fehlvorstellungen abdecken. Ein Auszug aus der Vignette ist in Abbildung 1 dargestellt.

Aufgabe: Jod wird in einem geschlossenen Kolben sublimiert. Wird die Flasche beim Sublimieren leichter, schwerer oder bleibt sie gleich schwer? Bitte begründen Sie Ihre Entscheidung!

Fiktive Schülerantwort: Der Kolben wird leichter, weil das feste Jod gasförmiger wird und Gase leichter sind als Feststoffe. Während der Sublimation werden Jodgasteilchen gebildet, die leichter sind als die festen Jodpartikel.

Abb. 1: Ausschnitt aus einer Vignette zum Thema Sublimation von Jod.

Material II: Vorwissen. Außerdem wurde ein auf die fiktiven Schülerprodukte zugeschnittener Vorwissenstest entwickelt. Ähnlich wie bei den Schülerprodukten deckt der Vorwissenstest mit 39 Items chemische Grundkonzepte ab. Distraktoren der Multiple-Choice-Items wurden auf Basis von häufigen Fehlvorstellungen entwickelt (Barke, 2015; Streller et al., 2019).

Ergebnisse

Forschungsfrage 1 betraf das Ausmaß der Urteilsgenauigkeit von angehenden Chemielehrern bei der Diagnose von fiktiven Schülerprodukten. Die Vignetten wurden mit $N = 6$ angehenden Chemielehrkräften getestet. Cohens Kappa wurde als Maß für die Übereinstimmung der Urteilsgenauigkeit für jeden Teilnehmer in paarweisen Vergleichen mit der Musterlösung berechnet. Insgesamt ergaben sich eher kleine Kappa-Werte mit großen Standardabweichungen ($M = 0,19$, $SD = 0,28$), was auf eine geringe Übereinstimmung hindeutet (Landis & Koch, 1977). Die Analyse der Rohdaten weist darauf hin, dass einige Teilnehmende strenger beurteilten als unsere Musterlösung, was möglicherweise zu einer geringen Übereinstimmung bei der Berechnung von Kappa geführt hat.

Forschungsfrage 2 lautete, ob es Unterschiede in der Urteilsgenauigkeit von angehenden Chemielehrkräften zwischen produktiven und nicht-produktiven Fehlern gibt. Aufgrund der kleinen Stichprobengröße war die Bestimmung der Normalverteilung der Urteilsgenauigkeit wichtig für die Auswahl einer geeigneten statistischen Methode. Ein Shapiro-Wilk-Test zeigte keinen Hinweis auf Nichtnormalität ($W = 0,94$, $p = 0,448$), weswegen ein parametrischer, gepaarter t-Test verwendet wurde. Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen produktiven Fehlern ($M = 0,31$, $SD = 0,15$) und unproduktiven Fehlern ($M = 0,05$, $SD = 0,32$) mit $t = 2,82$, $p = 0,037$.

Forschungsfrage 3 befasste sich mit dem Ausmaß, in dem Vorwissen die diagnostischen Fähigkeiten von angehenden Chemielehrern beeinflusst. Der Vorwissenstest wurde mit $N = 41$ angehenden Chemielehrkräften durchgeführt. Nach Ausschluss von zwei undifferenzierten Items wurden die Testergebnisse in ein Rasch-Modell übertragen. Der Wert von EAP = 0,86 weist auf eine hohe Reliabilität des Vorwissenstests hin (Boone, 2020). Standardisierte wMNSQ-Werte (Weighted Mean Square) zwischen 0,71 und 1,41 weisen auf eine Eindimensionalität des Vorwissenstests hin (O'Connor et al., 2016). Entsprechend den Empfehlungen zur Testkonstruktion werden weitere schwierige Items entwickelt, um die Erfassung hoher Personenfähigkeiten differenzieren zu können (Bühner, 2021).

Ausblick

Alle Testmaterialien werden in einer zweiten Kohorte erneut eingesetzt, um größere Stichproben zu erreichen und die Zusammenhänge zwischen Fehlvorstellungen und Urteilsgenauigkeit zu analysieren.

Erkenntnisse aus dem Projekt tragen zu einem besseren Verständnis der Einflussfaktoren auf diagnostische Fähigkeiten als Facette des fachdidaktischen Wissens von angehenden Chemielehrkräften bei. Diese Erkenntnisse dienen als Grundlage für die Entwicklung geeigneter Unterstützungsmaterialien, die in einer Folgestudie in Form einer Interventionsstudie evaluiert werden sollen. Ein wesentliches Ziel dabei ist es, konstruktivistische Lernansätze zu identifizieren, die eine fachspezifische Unterstützung bieten. Einer dieser Ansätze ist die produktive Nutzung von Alltagsvorstellungen und (Fehl-)Vorstellungen von Lernenden für den Chemieunterricht.

Literatur

- Barke, H.-D. (2015). Learners Ideas, Misconceptions, and Challenge. In J. García-Martínez & E. Serrano-Torregrosa (Eds.), *Chemistry Education Best Practices, Innovative Strategies and New Technologies* (pp. 395–420). Wiley-VCH Verlag.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2013). Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In I. Gogolin, H. Kuper, H.-H. Krüger & J. Baumert (Hrsg.), *Stichwort: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (S. 277–337). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Boone, W. J. (2020). Rasch Basics for the Novice. In M. S. Khine (Ed.), *Rasch Measurement* (Vol. 41, pp. 9–30). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1800-3_2
- Bühner, M. (2021). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* (4., korrigierte und erweiterte Auflage). Pearson Studium - Psychologie. Pearson.
- Carlson, J., Daehler, K. R., Alonzo, A. C., Barendsen, E., Berry, A., Borowski, A., Carpendale, J., Kam Ho Chan, K., Cooper, R., Friedrichsen, P., Gess-Newsome, J., Henze-Rietveld, I., Hume, A., Kirschner, S., Liepertz, S., Loughran, J., Mavhunga, E., Neumann, K., Nilsson, P., . . . Wilson, C. D. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. In A. Hume, R. Cooper, & A. Borowski (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (Vol. 15, pp. 77–94). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_2
- Duit, R., Treagust, D. F., & Widodo, A. (2013). Teaching Science for Conceptual Change: Theory and Practice. In S. Vosniadou (Ed.), *Educational psychology handbook series. International handbook of research on conceptual change* (pp. 499–515). Routledge.
- Heeg, J., Bittorf, R. M., & Schanze, S. (2020). Learners' conceptions about the chemical equilibrium – A systematic Review. *CHEMKON*, 27(8), 373–383. <https://doi.org/10.1002/ckon.201900022>
- Heeg, J., Bittorf, R. M., & Schanze, S. (2021). Erforschung potenzieller Entwicklungsverläufe diagnostischer Fähigkeiten angehender Chemielehrkräfte hinsichtlich Lernendenvorstellungen – Die Bedeutung individueller Vorstellungen über Lernendenvorstellungen. *Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften*, 27(1), 17–44. <https://doi.org/10.1007/s40573-021-00124-3>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33, 159–164.
- Larkin, D. (2012). Misconceptions about “misconceptions”: Preservice secondary science teachers' views on the value and role of student ideas. *Science Education*, 96(5), 927–959. <https://doi.org/10.1002/sce.21022>
- O'Connor, J., Penney, D., Alfrey, L., Phillipson, S., Phillipson, S., & Jeanes, R. (2016). The Development of the Stereotypical Attitudes in HPE Scale. *Australian Journal of Teacher Education*, 41(7), 70–87. <https://doi.org/10.14221/ajte.2016v41n7.5>
- Oser, F. K., Näpflin, C., Hofer, C., & Aerni, P. (2012). Towards a Theory of Negative Knowledge (NK): Almost-Mistakes as Drivers of Episodic Memory Amplification. In J. Bauer & C. Harteis (Eds.), *Professional and Practice-based Learning: Vol. 6. Human Fallibility: The Ambiguity of Errors for Work and Learning* (pp. 53–70). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-90-481-3941-5_4
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261–284. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9049-6>
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Streller, S., Bolte, C., Dietz, D., & La Noto Diega, R. (2019). *Chemiedidaktik an Fallbeispielen*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-58645-7>
- Taskin, V., Bernholt, S., & Parchmann, I. (2016). Student Teachers' Knowledge About Chemical Representations. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 39–55. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9672-z>
- Yang, C., Noh, T., Scharmann, L. C., & Kang, S. (2014). A Study on the Elementary School Teachers' Awareness of Students' Alternative Conceptions about Change of States and Dissolution. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 23(3), 683–698. <https://doi.org/10.1007/s40299-013-0140-7>