

Fehler im Blick: Entwicklung von Diagnosekompetenz im Lehramtsstudium

Diagnosekompetenz angehender Lehrkräfte

Eine der zentralen Kompetenzen einer Lehrkraft ist die Diagnose von Fehlern und den dazugehörigen Lernendenvorstellungen (Kultusministerkonferenz, 2004; Baumert & Kunter, 2011). Typischerweise ist Diagnosekompetenz dabei als aufgabenbezogene Leistungsbeurteilung definiert (Schrader, 2013). Einen Fehler zu identifizieren ist dabei eng mit der Fähigkeit verknüpft, die Antwort Lernender auf ein Problem oder eine Aufgabenstellung zu antizipieren (Alonzo & Kim, 2016). Allerdings stellt gerade diese Antizipation angehende Lehrkräfte vor große Herausforderungen (Yang et al., 2014). Dennoch lässt sich die Antizipation von Lernendenantworten gezielt fördern. Insbesondere Schulpraktika, in denen angehende Lehrkräfte mit Lernendenfehlern konfrontiert werden, können Reflexionprozesse anstoßen und einen Ausbau diagnostischer Kompetenzen bewirken (Tolsdorf & Markic, 2018). Neben Fachwissen ist diagnostische Kompetenz von den individuellen Ansichten zu Heterogenität und Diagnostik abhängig, wobei diese mit zunehmender Professionalisierung positiver werden (Tolsdorf & Markic, 2017). Hierbei stellt sich die Frage, wie präzise angehende Lehrkräfte typische Lernendenfehler bereits in der universitären Ausbildung diagnostizieren. Neben dem diagnostischen Urteil als Produktindikator, sind Prozessindikatoren von Relevanz, die die kognitiven Prozesse der Diagnose beschreiben. Sowohl Blickbewegungen als auch verbalisierte Informationen des Arbeitsgedächtnisses stellen Prozessindikatoren des diagnostischen Prozesses dar. (Loibl et al., 2020). Zusätzlich zu den Prozessmerkmalen zeigt ein von Wagner (2024) durchgeführtes, systematisches Literaturreview Hinweise auf den Einfluss von Personenmerkmalen auf die Präzision des diagnostischen Urteils. Auf Prozessebene sind insbesondere die adäquate Beschreibung und Analyse eines Fehlers relevant für eine hohe Präzision des diagnostischen Urteils (Radkowsch et al., 2023).

Forschungsfragen

Ziel des Projektes ist die Analyse von Einflussfaktoren auf den diagnostischen Prozess angehender Chemielehrkräfte. Hierfür sind Produkt-, Prozess- und Personenmerkmale zentral. Das Projekt orientiert sich dabei an drei zentralen Forschungsfragen:

- FF1** Inwiefern richten angehende Chemielehrkräfte ihre visuelle Aufmerksamkeit auf verschiedene Fehler beim Diagnostizieren?
- FF2** Welchen Einfluss hat das Fachwissen auf die Urteilsgenauigkeit von angehenden Chemielehrkräften?
- FF3** In welchem Zusammenhang stehen Fachwissen, Aufmerksamkeit, Urteilsgenauigkeit und Gewissenhaftigkeit?

Die erste Forschungsfrage zielt dabei auf die Beschreibung des diagnostischen Prozesses angehender Chemielehrkräfte über die Prozessindikatoren Blickbewegungen und Gedanken-

gänge ab. Über Forschungsfrage zwei sollen mögliche personenbezogene Merkmale identifiziert werden, die einen Einfluss auf den diagnostischen Prozess angehender Chemielehrkräfte haben. Forschungsfrage drei soll Zusammenhänge zwischen Personen-, Prozess- und Produktindikatoren aufzeigen.

Stichprobe

Eine erste Erhebung wurde im Wintersemester 2023/ 2024 an der Universität Duisburg-Essen mit $N = 6$ Probanden durchgeführt. Die Probanden befanden sich im fünften Fachsemester des Bachelorstudiengangs Chemie für Gymnasien und Gesamtschulen. Alle Probanden waren Teilnehmende eines fachdidaktischen Moduls an der Universität und wurden im Rahmen des Moduls eingeladen, am Projekt teilzunehmen. Eine Studienteilnahme erfolgte auf freiwilliger Basis mit Auszahlung einer Aufwandsentschädigung.

Methoden

Im Fokus des Projekts steht die schriftliche Bearbeitung fiktiver Lernprodukte durch angehende Chemielehrkräfte. Hierbei war die Korrektur der fiktiven Lernprodukte wie in einer Korrektursituation in der Schule zentral. Während der Bearbeitung der fiktiven Lernprodukte wurde das Blickverhalten mit dem mobilen Eye-Tracker Tobii Pro Glasses 2 aufgezeichnet. Ergänzend sollte über lautes Denken ein identifizierter Fehler benannt, beschrieben und auf Ursachen analysiert werden. Die Sprachaufnahme erfolgte dabei parallel zur Aufzeichnung des Blickverhaltens. Im Vorfeld wurden die Personenmerkmale der Probanden über einen digitalen Fragebogen in Limesurvey erhoben.

Material

Zur Erfassung der Urteilsgenauigkeit wurden zwei schriftliche Vignetten mit den fachlichen Themen *Säuren und Basen* sowie *chemisches Gleichgewicht und Katalysatoren* entwickelt, die typische Fehler von Lernenden in diesen Themengebieten (Garnett et al., 1995; Hameed et al., 1993; Schmidt, 1997) enthalten. Ein typischer Fehler ist beispielsweise die Annahme, ein Katalysator beschleunige in einem chemischen Gleichgewicht selektiv die Hin- oder Rückreaktion. Der Fokus dieses Beitrags liegt auf der Vignette zum Thema *chemisches Gleichgewicht und Katalysatoren*. Um das Fachwissen erfassen zu können, wurde ein Fachwissenstest zu mehreren, allgemeinen chemischen Teilgebieten (34 Items, $\alpha = .62$) genutzt. Um das Personenmerkmal Gewissenhaftigkeit zu erfassen, wurde eine sechsstufige Likert-Skala (12 Items, $\alpha = .73$) aus dem Big Five Inventory-2 (Soto & John, 2017) genutzt.

Variablen

Die mittels Vignetten erhobene *Urteilsgenauigkeit* wurde als die Anzahl der von den Probanden durch Markierung identifizierten Fehler operationalisiert. Als Variable *Fachwissen* wurde der prozentuelle Anteil an korrekt beantworteten Fragen des Fachwissenstest genutzt. Die *Gewissenhaftigkeit* wurde als Mittelwert aller Items der verwendeten Likert-Skala bestimmt. Um die Blickbewegungen zu untersuchen, wurden die kumulierte Fixationsanzahl für alle in der Vignette enthaltenen Fehler über entsprechende Areas of Interest (AOI) als *visuelle Aufmerksamkeit* bestimmt. Die AOI entsprachen dabei den in den Vignetten enthaltenen Fehlern.

Auswertung

Die statistische Analyse der Daten wurde mit R (Version 4.3.1) durchgeführt. Für die Aufbereitung der Blickdaten wurde zusätzlich Tobii Pro Lab (Version 1.217) genutzt. Zunächst wurden die AOI den in der Vignette enthaltenen Fehler entsprechend definiert und die Blickdaten auf die Vignetten transformiert. Die reinen Blickdaten wurden aus Tobii Pro Lab als AOI-basierte Metriken exportiert und mit R weitergehend analysiert. Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage wurden die visuelle Aufmerksamkeit und Urteilsgenauigkeit verglichen. Um die zweite und dritte Forschungsfrage beantworten zu können, wurden Korrelationsanalysen gerechnet, um Zusammenhänge zwischen Personenmerkmalen, visueller Aufmerksamkeit und Urteilsgenauigkeiten identifizieren zu können.

Erste Ergebnisse

Bezüglich der visuellen Aufmerksamkeit ist ein verstärkter Fokus auf den Bereichen der Vignette zu beobachten, die explizite Fachinformationen enthalten, wie beispielsweise Gleichungen. Dem entgegen steht weniger visuelle Aufmerksamkeit auf Textpassagen, die Lernendenvorstellungen in Textform repräsentieren. Dieser Trend setzt sich bei der Betrachtung der Urteilsgenauigkeit fort. Fehler, die spezifisches Fachwissen erfordern, werden weniger wahrscheinlich identifiziert. Allerdings werden Fehler, die mit allgemeinem Fachwissen überprüfbar sind, mit einer Wahrscheinlichkeit von 60 – 80% identifiziert. Bei einer Gegenüberstellung von Urteilsgenauigkeit und mittlerer Fixationsanzahl pro Fehler fällt auf, dass die Wahrscheinlichkeit einen Fehler zu finden, mit der mittleren Fixationsanzahl ansteigt, während sich die Fixationsanzahlen für Fehler mit geringen Lösungswahrscheinlichkeiten in einem niedrigeren Bereich manifestieren. Die Urteilsgenauigkeit korreliert dabei schwach positiv mit der visuellen Aufmerksamkeit ($r = .26$) und stark positiv mit dem Fachwissen ($r = .77$). Ein negativer Zusammenhang besteht hingegen bei Urteilsgenauigkeit und Gewissenhaftigkeit ($r = -.76$).

Diskussion und Implikationen

Die ersten Ergebnisse zeigen einen Zusammenhang von Fachwissen und Urteilsgenauigkeit. Hohes Fachwissen erleichtert also die Identifikation von Fehlern. Der höhere Fokus auf Gleichungen vor Textpassagen deutet hingegen darauf hin, dass zunächst Fehler gesucht werden, die mit Fachwissen überprüfbar oder optisch salient sind. Ursächlich hierfür könnten Korrekturstrategien oder eigenes, fehlendes Fachwissen sein. Infolgedessen bedarf es einer näheren Betrachtung der anderen eingesetzten Vignette zum Inhaltsfeld *Säuren und Basen*. Hierbei ist von Interesse, ob sich die beobachteten Trends bestätigen lassen und ob es einen Einfluss des Fachinhaltes auf die Urteilsgenauigkeit gibt. Ferner bedarf es einer genaueren Betrachtung der Denkprozesse der Probanden durch Analyse des lauten Denkens. Hierbei stehen insbesondere die Faktoren *eigene Fehlvorstellungen*, *Korrektheit von Fachaussagen*, sowie *Wissenslücken* im Mittelpunkt. Auch hier sind die Einflüsse auf die Urteilsgenauigkeit sowie die Art und Qualität der getroffenen Aussagen von Relevanz.

Literatur

- Alonzo, A. C. & Kim, J. (2016). Declarative and dynamic pedagogical content knowledge as elicited through two video-based interview methods. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1259–1286. <https://doi.org/10.1002/tea.21271>
- Baumert, J. & Kunter, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 29–54). Waxmann.
- Garnett, P. J [Patrick J.], Garnett, P. J [Pamela J.] & Hackling, M. W. (1995). Students' Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Education*, 25(1), 69–96. <https://doi.org/10.1080/03057269508560050>
- Hameed, H., Hackling, M. W. & Garnett, P. J. (1993). Facilitating conceptual change in chemical equilibrium using a CAI strategy. *International Journal of Science Education*, 15(2), 221–230. <https://doi.org/10.1080/0950069930150209>
- Kultusministerkonferenz (Hrsg.). (2004). Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Standards-Lehrerbildung-Bildungswissenschaften.pdf
- Loibl, K., Leuders, T. & Dörfler, T. (2020). A Framework for Explaining Teachers' Diagnostic Judgements by Cognitive Modeling (DiaCoM). *Teaching and Teacher Education*, 91, 103059. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103059>
- Radkowsch, A., Sommerhoff, D., Nickl, M., Codreanu, E., Ufer, S. & Seidel, T. (2023). Exploring the diagnostic process of pre-service teachers using a simulation – A latent profile approach. *Teaching and Teacher Education*, 130, 104172. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104172>
- Schmidt, H.-J. (1997). Students' misconceptions? Looking for a pattern. *Science Education*, 81(2), 123–135. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199704\)81:2<123::AID-SCE1>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199704)81:2<123::AID-SCE1>3.0.CO;2-H)
- Schrader, F.-W. (2013). Diagnostische Kompetenz von Lehrpersonen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 31(2), 154–165. <https://doi.org/10.25656/01:13843>
- Soto, C. J. & John, O. P. (2017). The next Big Five Inventory (BFI-2): Developing and assessing a hierarchical model with 15 facets to enhance bandwidth, fidelity, and predictive power. *Journal of personality and social psychology*, 113(1), 117–143. <https://doi.org/10.1037/pspp0000096>
- Tolsdorf, Y. & Markic, S. (2017). Exploring Chemistry Student Teachers' Diagnostic Competence—A Qualitative Cross-Level Study. *Education Sciences*, 7(4), 86. <https://doi.org/10.3390/educsci7040086>
- Tolsdorf, Y. & Markic, S. (2018). Development and Changes in Student Teachers' Knowledge Concerning Diagnostic in Chemistry Teaching - A Longitudinal Case Study. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12). <https://doi.org/10.29333/ejmste/94232>
- Wagner, L. (2024). Einflussfaktoren auf die Diagnosekompetenz (angehender) Lehrkräfte – ein systematisches Literaturreview. *Unterrichtswissenschaft*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1007/s42010-024-00215-3>
- 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>