

Entwicklung eines Kodiermanuals zur PISA-Ceco-Erhebung Chemie 2022

Theoretischer Hintergrund

Ein wichtiger Prädiktor für guten Unterricht ist das fachdidaktische Wissen von Lehrkräften (Anderson & Taner, 2023). Fachdidaktisches Wissen (engl. pedagogical content knowledge, PCK) ist damit ein wichtiger Forschungsgegenstand, der allerdings oft isoliert beforscht wird (Gramzow, 2015). Dabei wird allgemein angenommen, dass fachdidaktisches Wissen domänenspezifisch ist (Depaepe et al., 2013; Klieme & Leutner, 2006).

Die in PISA-Ceco anvisierten Facetten *Wissen über Schülervorstellungen*, *Wissen über Erklären und Repräsentieren* und *Wissen über die Gestaltung von forschend-entdeckendem Lernen* sind vielen Jahren wesentliche Aspekte gängiger PCK-Konzeptualisierungen (Depaepe et al., 2013; Krauss et al., 2017; Shulman, 1986).

Zur Erhebung fachdidaktischen Wissens sind sowohl geschlossene (Tepner & Dollny, 2013) als auch offene Aufgabenformate (Gramzow, 2015; Jüttner et al., 2013) erprobt worden. Es gibt erste empirische Hinweise auf Zusammenhänge von fachdidaktischem Wissen und der Qualität von Unterricht(-sentwürfen) bzw. der Schülerleistung (Großmann & Krüger, 2022; Lange et al., 2012; Strübe, 2021). Eine umfassendere Untersuchung ist aber noch ein Forschungsdesiderat.

Zielsetzung

PISA-Ceco (Classroom experience, haracteristics and outcome: multidimensional educational goals and the views of students and teachers) untersucht Zusammenhänge von professioneller Kompetenz von Lehrkräften, der Durchführung kompetenzorientierten Unterrichts und dem Erreichen von Bildungszielen im Fach Mathematik und den Naturwissenschaften.

Dafür wurde u. a. ein Kompetenztest zum fachdidaktischen Wissen von Chemielehrkräften konzipiert, dessen Auswertung in diesem Artikel fokussiert wird. Ziel ist eine objektive, reliable (und valide) Messung des fachdidaktischen Wissens mit Hilfe offener Aufgabenstellungen.

Testkonzeption und Ablauf

Der Test umfasst je drei offene Aufgaben aus den Bereichen Atombau und Säuren bzw. saure Lösungen, die jeweils die Facetten *Wissen über Schülervorstellungen*, *Wissen über Erklären und Repräsentieren* und *Wissen über die Gestaltung von forschend-entdeckendem Lernen* abdecken. Hier wurde teilweise auf geschlossene Aufgaben aus dem ProWiN-Projekt zurückgegriffen (Tepner & Dollny, 2013). Da in PISA-Ceco unterrichtliche Handlungen bzw. Entscheidungsprozesse im Vordergrund stehen, wurde ein offenes Antwortformat gewählt.

Im Februar 2022 fanden zwei Pilotierungsdurchgänge mit 11 Fachdidaktiker:innen bzw. Lehrkräften statt. Von Dezember 2022 bis März 2023 wurden die Kategorien anhand von Literatur und Pilotierungsdaten entwickelt. Im April 2023 fand die finale Adaption des Kodiermanuals an Daten der Hauptstudie statt. Die Daten der Hauptstudie ($N = 49$) wurden

von Mai bis Dezember 2023 von zwei Personen kodiert, darunter eine in Chemiedidaktik promovierende und eine hier promovierte Person.

Allgemeine Methodik

Es wurden 20 % der Antworten doppelt kodiert. Nach der getrennten Kodierung und der Berechnung der Inter-coder-Übereinstimmung wurde das weitere Material von einer Person kodiert (diese Ergebnisse wurden final noch einmal von der anderen Person überprüft). Es gab nur wenige offene Fragen bzw. Unstimmigkeiten, welche konsensual gelöst wurden. Es konnte in jedem Fall eine Einigung gefunden werden.

Die Facette zum Wissen über die Gestaltung von forschend-entdeckendem Lernen wurde anders kodiert als die anderen beiden Facetten, so dass die Auswertung im Folgenden getrennt beschrieben wird. Erstere wurde anhand typischer Erkenntnisgewinnungsprozesse und letztere anhand genannter Möglichkeiten kodiert. Insgesamt werden in dem Kodiermanual für die sechs Aufgaben 52 Oberkategorien und ca. 140 Subkategorien (= Codes) berücksichtigt, s. u.

Kodierung der Facetten *Wissen über Schülervorstellungen* und *Wissen über Erklären und Repräsentieren*

Literaturbasiert und unter Verwendung der Pilotierungsdaten wurde das Kodiermanual erstellt. Hierfür wurden inhaltsanalytisch zunächst die Antworten kategorisiert. Dabei wurde klar, dass zwei Ebenen betrachtet werden müssen:

Inhaltlich verschiedene, disjunkte Argumente und mögliche Beispiele.

Pro Argument (Oberkategorie) kann es mehrere Beispiele (Subkategorien) geben. Die Kodierung der Hauptstudie erfolgte dann mit Hilfe dreistelliger Zahlencodes. Die führende Ziffer ist dabei das Argument und die beiden nachfolgenden spezifizieren das genannte Beispiel. Das Argument kann auch ohne Beispiel genannt werden und erhält dann die Kodierung mit führender Ziffer und zwei Nullen.

An der folgenden verkürzten und vereinfachten Beispielaufgabe soll dies genauer erläutert werden:

„Zählen Sie möglichst viele Gründe für die Vorstellung auf, dass Säure/saure Lösungen ätzend sind.“

Mögliche Antworten:

„Kalk wird zersetzt“ → Code 101

1xx: inhaltliches Argument: Ätzwirkung von Säuren/sauren Lösungen im Alltag

x01: Beispiel: (Auf-)Lösen von Kalk

„Säuren denaturieren Eiweiß“ → Code 104

1xx: inhaltliches Argument: Ätzwirkung von Säuren/sauren Lösungen im Alltag

x04: Beispiel: Denaturierung von Proteinen

„Geruch der Essigessenz ist unangenehm“ → Code 304

3xx: inhaltliches Argument: Sinneseindruck

x04: Beispiel: stechender Geruch (von Essig(reiniger))

Jeder Code kann pro Lehrkraft nur einmal vergeben werden. Wenn ein Code mit Beispiel vergeben wird, kann die Lehrkraft den gleichen Code ohne Beispiel (x00) nicht mehr zusätzlich erreichen, um eine Doppelbepunktung zu vermeiden.

Score: Einerseits werden die erreichten Codes quantitativ gewertet. Hier werden die insgesamt genannten Aspekte gezählt, sodass jeder Code mit Beispiel mit einem Punkt, Codes ohne

Beispiel (x00) mit einem halben Punkt gewertet werden. Der Score ergibt sich dann aus der Summe der Punkte.

Unterschiedliche Kategorien: Andererseits werden in einer zweiten Auswertung die Codes nach qualitativen Kriterien unterschiedlich gewichtet. Es wird dabei die Anzahl inhaltlich unterschiedlicher Argumente erfasst (Anzahl vergebener Codes mit unterschiedlicher führender Ziffer ergeben 1 BE (auch bei x00-Codes)). Die oben genannten Antworten würden zu einem Score von 3 und einer Kategorienanzahl von 2 führen. Diese Differenzierung soll sowohl einen eher quantitativen als auch einen eher qualitativen Blick ermöglichen.

Kodierung der Facette *Wissen über die Gestaltung von forschend-entdeckendem Lernen*

Das Kodiermanual für die beiden Aufgaben zum forschend-entdeckenden Lernen wurde gemeinsam mit den Projektpartnern erarbeitet, um fächervergleichende Auswertungen der drei Naturwissenschaften zu erlauben. Neben gemeinsamen Kategorien werden fachspezifische Aspekte anhand einer konkreten Aufgabe getestet und extra kodiert. Die Chemieaufgaben fokussieren dabei auf das schülerorientierte Erarbeiten von Experimenten und Modellgrenzen.

Die Kategorien werden nicht in Subkategorien unterteilt, sodass nicht zwischen Scores und Kategorie-Punkten unterschieden wird. Allerdings erzielen direkt fokussierte Aspekte einen Punkt, weitere Aspekte einen halben Punkt. Genauere Angaben können in den weiteren Publikationen eingesehen werden (Hohenleitner et al., im Druck).

Intercoder-Übereinstimmung

Die durchschnittliche Intercoder-Übereinstimmung hinsichtlich der Codes bei 20 % Doppelkodierung beträgt $\kappa = 0,77$. Die Werte können in allen Fällen als zufriedenstellend betrachtet werden.

Tabelle 1: Übereinstimmungswerte pro Aufgabe (κ für die Übereinstimmung bei den vergebenen Codes, ρ für die vergebenen Scores pro Person, Hohenleitner et al. (im Druck))

Wissen über Schülervorstellungen				Wissen über Erklären und Repräsentieren				Wissen über die Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen			
Säuren		Atombau		saure Lösungen		Stoffeigenschaft		pH-Wert (Experiment)		Atommodelle (Modell)	
κ $N = 44$	ρ $N = 27$	κ $N = 126$	ρ $N = 7$	κ $N = 38$	ρ $N = 27$	κ $N = 116$	ρ $N = 7$	κ $N = 11$	ρ $N = 44$	κ $N = 80$	ρ $N = 10$
0,72	0,79	0,90	0,84	0,71	0,86	0,81	0,86	0,72	0,86	0,76	0,94

Zusammenfassung und Ausblick

Das Kodiermanual ermöglicht die handlungsnahe Erfassung dreier PCK-Facetten im Fach Chemie, sodass u. a. der Einfluss von PCK auf das Erreichen mehrdimensionaler Bildungsziele wie Lernmotivation und Einstellungen auf Schülerseite beforscht werden kann. In weiteren Teilen des Projekts sollen auch Bezüge zur kompetenzorientierten Unterrichtsgestaltung gezogen werden. Darüber hinaus wird ein Fächervergleich mit Mathematik, Biologie und Physik angestrebt.

Literatur

- Anderson, J. & Taner, G. (2023). Building the expert teacher prototype: A metasummary of teacher expertise studies in primary and secondary education. *Educational Research Review*, 38, 100485. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100485>
- Depaepe, F., Verschaffel, L. & Kelchtermans, G. (2013). Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. *Teaching and Teacher Education*, 34, 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.03.001>
- Gramzow, Y. (2015). *Fachdidaktisches Wissen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik: Modellierung und Testkonstruktion*. Zugl.: Paderborn, Univ., Diss., 2014. *Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 181*. Logos Verlag.
- Großmann, L. & Krüger, D. (2022). Welche Rolle spielt das fachdidaktische Wissen von Biologie-Referendar*innen für die Qualität ihrer Unterrichtsentwürfe? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 28(1). <https://doi.org/10.1007/s40573-022-00141-w>
- Hohenleitner, S., Krauss, S., Stegmüller, N., Dittmer, A., Ehras, C., Neumann, K., Sorge, S., Tepner, O., Telser, V. & Münch, B. (im Druck). Dokumentation der Erhebung des fachdidaktischen Wissens von Lehrkräften. In A. Schiepe-Tiska, S. Krauss, K. Reiss & D. Lewalter (Hrsg.), *Dokumentation der Erhebungsinstrumente aus PISA-Ceco 2022*.
- Jüttner, M., Boone, W., Park, S. & Neuhaus, B. (2013). Development and use of a test instrument to measure biology teachers' content knowledge (CK) and pedagogical content knowledge (PCK). *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 25(1), 45–67. <https://doi.org/10.1007/s11092-013-9157-y>
- Klieme, E. & Leutner, D. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Beschreibung eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52. <https://doi.org/10.25656/01:4493> (Zeitschrift für Pädagogik 52 (2006) 6, S. 876-903).
- Krauss, S., Lindl, A., Schilcher, A., Fricke, M., Göhring, A., Hofmann, B., Kirchhoff, P., Mulder, R. H. & Baumert, J. (Hrsg.). (2017). *Waxmann-E-Books Lehrerbildung. FALKO: fachspezifische Lehrerkompetenzen: Konzeption von Professionswissenstests in den Fächern Deutsch, Englisch, Latein, Physik, Musik, Evangelische Religion und Pädagogik : mit neuen Daten aus der COACTIV-Studie*. Waxmann Verlag. <https://elibrary.utb.de/doi/book/10.31244/9783830984450>
- Lange, K., Kleickmann, T., Tröbst, S. & Möller, K. (2012). Fachdidaktisches Wissen von Lehrkräften und multiple Ziele im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15(1), 55–75. <https://doi.org/10.1007/s11618-012-0258-z>
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Strübe, M. (2021). *Modelle und Experimente im Chemieunterricht: Eine Videostudie zum fachspezifischen Lehrerwissen und -handeln* [Dissertation, Universität Duisburg-Essen; Logos Verlag Berlin]. GBV Gemeinsamer Bibliotheksverbund.
- Tepner, O. & Dollny, S. (2013). Entwicklung eines Testverfahrens zur Analyse fachdidaktischen Wissens. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 311–323). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0_25