

Victoria Telser¹
Benjamin Münch¹
Oliver Tepner¹

¹Universität Regensburg

Messung des fachdidaktischen Wissens bei PISA-Ceco Chemie 2022

Theoretischer Hintergrund

Das fachdidaktische Wissen von Lehrkräften gilt als ein zentraler Indikator für qualitativ hochwertigen Unterricht (Anderson & Taner, 2023). Als bedeutender Forschungsgegenstand wird das sogenannte pedagogical content knowledge (PCK) jedoch häufig isoliert betrachtet und untersucht (Gramzow, 2015). In der Fachliteratur besteht weitgehend Konsens darüber, dass PCK domänenspezifisch ausgeprägt ist (Depaepe et al., 2013).

Die im Rahmen von PISA-Ceco fokussierten Dimensionen *Wissen über Schülervorstellungen*, *Wissen über Erklären und Repräsentieren* und *Wissen über die Gestaltung von forschend-entdeckendem Lernen* spiegeln zentrale Bestandteile etablierter PCK-Konzepte wider, wie sie bereits seit Jahren in der Forschung diskutiert werden (Depaepe et al., 2013; Krauss et al., 2017; Shulman, 1986).

Empirische Untersuchungen liefern erste Hinweise, dass die Qualität von Unterricht und die Schülerleistung durch fachdidaktisches Wissen beeinflusst werden (Großmann & Krüger, 2022; Lange et al., 2012). Zur Erhebung fachdidaktischen Wissens sind offene Aufgabenformate bereits bewährt (Gramzow, 2015; Jüttner et al., 2013). Gleichzeitig unterliegen diese oft einer Auswertungsmethodik wie z. B. die Kodierung in korrekt – nicht korrekt (Jüttner et al., 2013). Ein differenzierterer Blick auf die Daten offener Aufgaben zum fachdidaktischen Wissen stellt somit ein interessanten Forschungsansatz dar.

Zielsetzung

Im vorliegenden Beitrag sollen zwei Auswertungsperspektiven zur Messung des fachdidaktischen Wissens von Chemielehrkräften thematisiert werden. Während ein im Rahmen von PISA-Ceco (Classroom experience, characteristics and outcome: multidimensional educational goals and the views of students and teachers) entwickelter Test zum fachdidaktischen Wissen von Chemielehrkräften bislang nur mit Fokus auf erreichte *Score*-Werte primär quantitativ ausgewertet wurde (Telser et al., 2025), wird hier eine ergänzende, eher qualitative Auswertungsvariante vorgestellt.

Aufbau des Textinstruments

Der Test umfasst neben weiteren Aufgaben je zwei offene Aufgaben aus den Bereichen Atombau und Säuren bzw. saure Lösungen, die jeweils die Facetten *Wissen über Schülervorstellungen* und *Wissen über Erklären und Repräsentieren* abdecken. Für weitere Informationen zur gesamten Testkonzeption, Pilotierung und Intercoderreliabilitäten siehe Telser et al., 2025 sowie Hohenleitner et al., 2025.

Bei allen vier Aufgaben sollten die Lehrkräfte möglichst viele Möglichkeiten nennen. Vereinfachte Beispielaufgabe: „Zählen Sie möglichst viele Gründe für die Vorstellung auf, dass Säure/saure Lösungen ätzend sind.“

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

Im Rahmen einer ersten Kodierung wurde ein sog. *Score*-Wert anhand aller genannten *unterschiedlichen* Aspekte gebildet. Hierbei wurden konkrete Antworten z. B. inkl. Beispiel mit 1 Bewertungseinheit, allgemeine Antworten mit 0,5 Bewertungseinheiten (BE) bepunktet. Ein Nachteil dieser objektiven und eher simplen Auswertung stellt die bloße Erfassung der genannten unterschiedlichen Aspekte dar, ohne die Qualität der Aspekte zu werten. Ob diese mehrere grundsätzlich unterschiedliche Ideen umfassen oder viele Beispiele zu einer Idee gebracht werden, bleibt dabei unberücksichtigt.

Mit einer zweiten Auswertungsperspektive sollen daher die genannten grundsätzlich unterschiedlichen Ideen beleuchtet und in verschiedene *Kategorien* eingeteilt werden. Insgesamt bedeutet dies, dass pro Kategorie mehrere Beispiele gegeben werden können, die im Score als mehrere Bewertungseinheiten erfasst werden, aber nur einer (qualitativ vergleichbaren) Kategorie zugeordnet werden.

Die Kodierung erfolgt zur späteren Differenzierung von Score und Kategorien mit Hilfe dreistelliger Zahlencodes. Die führende Ziffer ist dabei die Idee und die beiden nachfolgenden spezifizieren das genannte Beispiel (Score: 1 BE). Die Idee kann auch ohne Beispiel genannt werden und erhält dann die Kodierung mit führender Ziffer und zwei Nullen (Score 0,5 BE). Sobald eine Idee mit Beispiel genannt wird, können keine zusätzlichen 0,5 BE für diese Kategorie im Scoring erreicht werden.

Beispiel zur oben genannten Aufgabe:

Mögliche Antworten:

„Kalk wird zersetzt“ → Code 101

1xx: inhaltliche Idee: Ätzwirkung von Säuren/sauren Lösungen im Alltag

x01: Beispiel: (Auf-)Lösen von Kalk

„Säuren denaturieren Eiweiß“ → Code 104

1xx: inhaltliche Idee: Ätzwirkung von Säuren/sauren Lösungen im Alltag

x04: Beispiel: Denaturierung von Proteinen

„Laugen werden im Alltag als ungefährlich wahrgenommen“ → Code 200

2xx: Ungefährlichkeit von Laugen im Alltag

x00: ohne Beispiel (z. B. Brezenlauge, Seifenlauge)

„Geruch der Essigessenz ist unangenehm“ → Code 304

3xx: inhaltliche Idee: Sinneseindruck

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

Eine Gegenüberstellung der Auswertungen ist in Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1: Gegenüberstellung von Scores und Kategorien für die gegebenen Antworten

Code	Score quantitative Auswertung aller genannten Aspekte	Kategorie quantitative Auswertung inhaltlich unterschiedlicher Ideen
101	1 BE	1 Kategorie
104	1 BE	
200	0,5 BE	1 Kategorie
304	1 BE	1 Kategorie
Summe	3,5 BE	3 Kategorien

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse zur Hauptstichprobe der PISA-Ceco-Erhebung ($N = 49$) sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Insgesamt werden relativ wenige Beispiele genannt, die überwiegend aus wenigen Kategorien stammen.

Tabelle 2: Erreichte Scores und Kategorien

Facette	Aufgaben Säure/saure Lösung				Aufgaben Atombau			
	Schüler- vorstellungen		Erklären		Schüler- vorstellungen		Erklären	
	Score	Katego- rien	Score	Katego- rien	Score	Katego- rien	Score	Katego- rien
M	2,45	2,68	2,79	1,65	2,32	1,97	1,12	1,42
SD	1,44	1,19	1,88	0,98	1,74	1,17	0,96	1,06
Max.	6,00	5,00	8,50	4,00	6,00	5,00	4,00	4,00
Kategorien- anzahl	---	7,00	---	5,00	---	7,00	---	11,00

Teilweise werden mehr Kategorien als Scores erreicht, was darauf hinweist, dass es sich bei den Nennungen überwiegend um einfache Beispiele handelt. Bei den Beispielen, bei denen die Scores die Kategorien übertreffen, ist abzulesen, dass die genannten Aspekte auf wenigen verschiedenen Ideen beruhen.

Da insgesamt relativ wenige Beispiele im Vergleich zur Pilotierung genannt werden (und trotz der Aufgabenstellung möglichst viele Aspekte aufzuzählen), wirft die Frage auf, ob die Lehrkräfte entsprechend ihres Wissens ausführlich antworten können. Hier könnten time on task und das Setting der Datenerhebung genauer in den Blick genommen werden.

Weiterer Blickwinkel: Qualitative Auswertung von Fehlern

Die Antworten der Lehrkräfte wurden auf fachliche und fachsprachliche Fehler hin analysiert. Es zeigt sich, dass 15,5 % bzw. 8,2 % der Lehrkräfte Fehler in der Differenzierung Säure – saure Lösung oder anderen fachsprachlichen Aspekten in den Aufgaben zu Säure/saure Lösung machen. Bei einer Aufgabe zum Atombau treten 10,5 % fachsprachliche Fehler und in den Aufgaben zum Atombau insgesamt jeweils 5,3 bzw. 7,9 % fachliche Fehler auf.

Fazit

Der weitere Auswertungsblickwinkel gibt einen zusätzlichen Einblick in die Breite und Qualität der Antworten und kann eine Anregung darstellen, auch quantitative Kodierungen ergänzend qualitativ zu betrachten.

Ausblick

Weitere Analysen u.a. zu Zusammenhängen von (fachdidaktischen) Wissens- und Kompetenzfacetten von Naturwissenschaftslehrkräften sowie über PISA-Ceco allgemein werden 2026 in einem Themenheft der Zeitschrift für Erziehungswissenschaften veröffentlicht (Sorge et al., eingereicht; Tepner et al., eingereicht).

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., Stegmüller, N., Dittmer, A., Ehras, C., Neumann, K., Sorge, S., Schierling, D., Tepner, O., Telser, V., Münch, B. & Krauss, S. (2025). 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: Einblicke in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Waxmann.
- 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>
- 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 Lehrkompetenzen: 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.
- Sorge, S., Ehras, C., Todtenhöfer, P., Dittmer, A., Heinle, A. & Krauss, S. e. a. (eingereicht). Die Bedeutung professioneller Handlungskompetenz von Lehrkräften für die Gestaltung des Unterrichts und mehrdimensionale Kompetenzen der Schüler:innen in den Naturwissenschaften – Ergebnisse aus dem Projekt PISA-Ceco. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, Sonderheft.
- Telser, V., Münch, B. & Tepner, O. (2025). Entwicklung eines Kodiermanuals zur PISA-Ceco-Erhebung Chemie 2022. In H. van Vorst (Vorsitz), *Entdecken, lehren und forschen im Schülerlabor: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik; Jahrestagung in Bochum 2024*.
- Tepner, O., Münch, B., Telser, V., Dittmer, A. & Ehras, C.: Krauss, S. et al. (eingereicht). Wie hängen Wissens- und Kompetenzprofile von Naturwissenschaftslehrkräften mit ihrer Unterrichtsgestaltung zusammen? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, Sonderheft.