

Burkhard Priemer¹
 Raphael Weiß¹
 Tobias Ludwig¹

¹Humboldt-Universität zu Berlin

PCK des Argumentierens im naturwissenschaftlichen Unterricht

Naturwissenschaftliches Argumentieren

Scientific practices wie das Argumentieren (Berland & Reiser, 2009; Kelly, 2008) fördern nicht nur das konzeptuelle Verständnis (Ford, 2008), sondern auch das Lernen über die Natur der Naturwissenschaften (Manz, 2015). Diese Diskursform muss jedoch von Schülerinnen und Schülern erlernt werden (z. B. Osborne, Simon, Christodoulou, Howell-Richardson, & Richardson, 2013). Dafür bedarf es dahingehend ausgebildete Lehrkräfte, die in der Lage sind, Argumentationen im Unterricht durch die Auswahl geeigneter Inhalte und Kontexte zu initiieren sowie entsprechende Anlässe, die zu Argumentationen führen könnten, zu identifizieren und zu nutzen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass Lehrkräfte Schwierigkeiten haben, das Argumentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht zu fördern (McNeill & Knight, 2013; Crippen, 2012; Sampson & Blanchard, 2012; Alozie, Moje, & Krajcik, 2010). Daher sind jüngst Kompetenzen zum Vermitteln des Argumentierens (Pedagogical Content Knowledge (PCK) des Argumentierens) zum Gegenstand der Forschung geworden. McNeill, González-Howard, Katsh-Singer und Loper (2016) schlagen eine Konzeption vor, welche das PCK des Argumentierens in verschiedene Teilkonstrukte gliedert: Das Konstrukt *Structure* untergliedert sich in die Teilkonstrukte *Evidence* und *Reasoning*, das dialogische Konstrukt in *Persuasion* und *Multiple Claims* (Abb. 1).

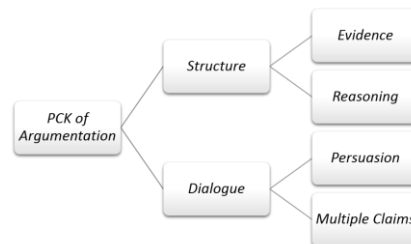


Abb. 1: PCK des Argumentierens (nach McNeill et al., 2016)

Auf Grundlage dieses Modells entwickelten McNeill et al. (2016) ein fragebogenbasiertes Instrument bestehend aus Unterrichtsvignetten mit überwiegend geschlossenen Antwortformaten zur Erfassung des PCK des Argumentierens. Die Vignetten sind so gestaltet, dass ein unterrichtliches Geschehen dargestellt wird, bei dem Lehrpersonen verschiedene Möglichkeiten haben, die Situation durch Impulse zu beeinflussen. Jedoch schränkt das Multiple-Choice-Verfahren die möglichen Antworten der Probanden stark ein, da die Distraktoren so formuliert sind, dass bereits das Argumentieren fokussiert wird. Vor diesem Hintergrund untersucht die vorliegende Arbeit, inwiefern Probanden auch bei offenen Antwortformaten das Argumentieren adressieren (FF1). Weiterhin prüfen wir unter Annahme der Validität der Items den Kompetenzzuwachs bei Studierenden im Konstrukt *Structure* nach Teilnahme an einem Seminar zur Förderung der Argumentationsfähigkeit (FF2).

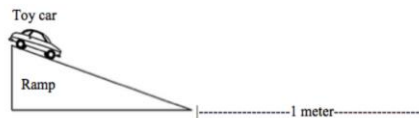
Forschungsfragen

- FF1: Adressieren Studierende auch in einem offenen Antwortformat die durch den Test von McNeill et al. (2016) zur Erfassung des PCK des Argumentierens intendierten strukturellen Zielkonstrukte?

- FF2: Zeigen Physik-Lehramtsstudierende Zuwächse in den strukturellen Teilkonstrukten des Tests von McNeill et al. (2016) zur Erfassung des PCK des Argumentierens, wenn sie an einem Seminar zum Argumentieren teilgenommen haben?

Methoden

In einer explorativen Studie adaptierten wir vier Vignetten (mit insgesamt acht Items) von McNeill et al. (2016) mit je vier Items für die Teilkonstrukte *Evidence* und *Reasoning*. Diese Teilkonstrukte wurden ausgewählt, da im Rahmen eines Projekts zur Förderung des Argumentierens beim Experimentieren im Physikunterricht Masterstudierende an einem Seminar teilnehmen, in dem insbesondere auf den Umgang mit experimentellen Daten als Evidenz und die Evaluation von Daten eingegangen wird (= *reasoning*). Diesen Items im geschlossenen MC-Format wurden korrespondierende offen formulierte Fragen vorangestellt. Abb. 2 zeigt eine Beispielvignette für den Unterrichtskontext einer 7. Klassenstufe, welche sich in einer Einheit über Kraft und Bewegung folgender Frage widmet: Welche Oberfläche verhilft dem Spielzeugauto zu der größten Durchschnittsgeschwindigkeit? Teilfrage 1 stellt dabei das von uns formulierte offene Item dar, Teilfrage 2 ist das geschlossene Format aus dem Test von McNeill et al. (2016).



They then calculated the toy car's average speed by dividing the distance over the time. The table below shows the students' experimental results.

Surface Material	Distance Traveled (meters)	Time (seconds)	Average Speed (meters/seconds)
Felt	1.0	2.4	0.42
Top of lab table	1.0	1.5	0.67
Sand paper	1.0	2.2	0.45
Ice	1.0	1.0	1.0

Cedillo_1 MC

Ellen raises her hand in class and states the following argument: "The car on the ice will always go the fastest. I've been in a car driving on ice, and I know a car can skid because ice is the smoothest surface. My dad has a really big truck and it doesn't slide as far, so maybe next time we should try this experiment with larger cars."

1. What should Mr. Cedillo respond? (2-3 sentences)
2. Mr. Cedillo should respond by saying:
 - a. "Interesting point, Ellen. Does anyone have similar reasoning?"
 - b. "Great connection. Can anyone suggest data to support this?"
 - c. "Nice argument. What additional evidence could Ellen add?"
 - d. "Well done. Does anyone else want to share their argument?"

Abb. 2: Auszug aus einer Beispielvignette zum Teilkonstrukt „Evidence“ (leicht abgeändert nach McNeill et al., 2016)

Der so verkürzte Test wurde zu Beginn und am Ende eines Seminars im Sommersemester 2018 eingesetzt. Dabei bildeten zehn Lehramtsstudierende (Erst- oder Zweitfach Physik) im Master of Education-Studiengang die Stichprobe – ein Proband wurde in der Analyse hinsichtlich Forschungsfrage 2 ausgeschlossen, da die Items konsequent fälschlicherweise als Multiple-Select interpretiert wurden. Zur Analyse der Daten im Hinblick auf FF1 wurden die offenen Antworten mit MAXQDA 2018 (VERBI Software, 2017) kodiert. In einer ersten Sichtung der offenen Fragen erlangten wir eine mittlere Inter-Kodiererübereinstimmung (Cohens Kappa $\kappa = .43$), wobei nach der Revision alle Zweifelsfälle geklärt werden konnten.

Ergebnisse

Hinsichtlich der ersten Forschungsfrage korrelieren bei sieben von acht Items die offenen Antworten nicht signifikant mit den korrespondierenden MC-Antworten. Einzige Ausnahme bildet ein Item des Teilkonstrukts *Evidence*, bei dem die offenen Antworten der Studierenden signifikant hoch mit den korrespondierenden MC-Antworten korrelieren ($r = .75$, $p < .05$).

In Bezug auf die zweite Forschungsfrage haben zum Zeitpunkt der Prä-Erhebung die Studierenden zwischen keinem und vier Items des acht Items umfassenden Tests gelöst (Mdn = 3 Items, im Mittel rund 42 %). Nach dem Seminar haben die Probanden zwischen zwei und sechs Items des Tests gelöst (Mdn = 4 Items, im Mittel rund 57 %). Um die Gleichheit der Verteilungen auf Signifikanz zu prüfen, wurde aufgrund des ordinalen Skalenniveaus der Wilcoxon-Rangsummentest für verbundene Stichproben verwendet. Um den Stichprobenumfang durch fehlende Werte und listenweisen Fallausschluss nicht noch weiter zu mindern, wurde nicht mit den Summenscores, sondern den prozentual gelösten Items gerechnet. Es zeigt sich, dass sich die Kompetenzen bzgl. des PCK des Argumentierens vor und nach dem Seminar signifikant voneinander unterscheiden ($p = .049$). Es handelt sich dabei um einen mittelgroßen Effekt ($r = .46$).

Diskussion

Die Studierenden adressieren im offenen Antwortformat (bis auf ein Ausnahme-Item) nicht die durch den Test intendierten Zielkonstrukte (FF1). Daher drängt sich hier die grundsätzlichere Frage auf, wie gut die Itembatterie die von McNeill et al. (2016) intendierten Teilkonstrukte des PCK des Argumentierens tatsächlich empirisch trennen kann. Dies könnte in Studien mit größeren Stichproben z. B. faktoranalytisch untersucht werden. Es bleibt weiterhin unklar, ob Studierende das Zielkonstrukt nicht identifizieren, oder ob sie sich in der vorgegebenen Unterrichtssituation der Vignette für eine andere Antwort zuungunsten des Argumentationsanlasses entscheiden, die ihnen passender erscheint. Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse aus der Prä-Post-Erhebung, dass Studierende nach dem Besuch des Seminars die Items zu den intendierten Zielkonstrukten *Reasoning* oder *Evidence* im geschlossenen Antwortformat häufiger korrekt beantworten. Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass Studierende vermehrt die richtige Antwort im Sinne des Zielkonstrukts von McNeill et al. (2016) wählen, nachdem sie das Seminar besucht haben. Dies lässt rückschließend für die Prä-Erhebung zum einen vermuten, dass die Studierenden die Argumentationssituation als solche nicht identifizieren können. Zum anderen deuten die Ergebnisse darauf hin, dass Studierende PCK des Argumentierens erwerben können, wenn sie ein entsprechend gestaltetes Seminar besuchen. Dabei ist insbesondere relevant, dass die Inhalte unseres Seminars überwiegend auf den Umgang und die Analyse experimenteller Daten im Physikunterricht fokussieren und nicht auf z. B. strukturelle Komponenten eines Arguments.

Diese Aussagen sind aufgrund der geringen Stichprobe und des explorativen Charakters der Studie als vorläufig aufzufassen, ermöglichen jedoch weitere Forschungsansätze: Die Ergebnisse deuten insgesamt darauf hin, dass textbasierte Unterrichtsvignetten geeignet sind, um Argumentationsanlässe im Lehramtsstudium zu thematisieren. Jedoch ist genauer zu überprüfen, wann Studierende den intendierten Lehrimpuls (im Sinne des Argumentierens) verwenden. Die Ergebnisse liefern unseres Erachtens nach Hinweise für die Notwendigkeit einer genaueren Betrachtung der professionellen Wahrnehmung (*noticing*) von Lehrkräften in Bezug auf Argumentationsanlässe in Unterrichtssituationen.

Literatur

- Alozie, N. M., Moje, E. B., & Krajcik, J. S. (2010). An analysis of the supports and constraints for scientific discussion in high school project-based science. *Science Education, 94*(3), 395-427.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education, 93*(1), 26-55.
- Crippen, K. J. (2012). Argument as professional development: Impacting teacher knowledge and beliefs about science. *Journal of Science Teacher Education, 23*(8), 847-866.
- Ford, M. (2008). Disciplinary authority and accountability in scientific practice and learning. *Science Education, 92*(3), 404-423.
- Kelly, G. J. (2008). Inquiry, activity, and epistemic practice. *Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation*, 99-117.
- Manz, E. (2015). Representing student argumentation as functionally emergent from scientific activity. *Review of Educational Research, 85*(4), 553-590.
- McNeill, K. L., & Knight, A. M. (2013). Teachers' pedagogical content knowledge of scientific argumentation: The impact of professional development on K-12 teachers. *Science Education, 97*(6), 936-972.
- McNeill, K. L., González-Howard, M., Katsh-Singer, R., & Loper, S. (2016). Pedagogical content knowledge of argumentation: Using classroom contexts to assess high-quality PCK rather than pseudoargumentation. *Journal of Research in Science Teaching, 53*(2), 261-290.
- Osborne, J., Simon, S., Christodoulou, A., Howell-Richardson, C., & Richardson, K. (2013). Learning to argue: A study of four schools and their attempt to develop the use of argumentation as a common instructional practice and its impact on students. *Journal of Research in Science Teaching, 50*(3), 315-347.
- Sampson, V., & Blanchard, M. R. (2012). Science teachers and scientific argumentation: Trends in views and practice. *Journal of Research in Science Teaching, 49*(9), 1122-1148.
- VERBI Software. (2017). MAXQDA 2018 [computer software]. Berlin, Germany: VERBI Software. Available from <https://www.maxqda.com>