

Lukas Mientus  
 Peter Wulff  
 Antoinette Meiners  
 Andreas Borowski

Universität Potsdam

## **PCK und Unterrichtspraxis in der MINT-Lehrkräftebildung**

Nach Shulman (1986) beschreibt Pedagogical Content Knowledge (PCK) Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Knowhow einer Lehrkraft. Während ein verfeinertes Verständnis der Struktur des PCK von MINT-Lehrkräften entwickelt werden konnte, sind die Zusammenhänge zwischen dem, was die Lehrkraft mitbringt, dem personal PCK (pPCK) und der tatsächlichen Unterrichtssituation, dem enacted PCK (ePCK) bisher noch wenig verstanden (Gess-Newsome et al. 2017; Aydin et al. 2013). Einen geeigneten Rahmen, um Zusammenhänge von Aspekten unterrichtlichen Handelns von Lehrkräften in MINT-Fächern zu beschreiben, bietet das 2019 vorgestellte Refined Consensus Model (RCM) (Carlson und Daehler, 2019). Es konzeptualisiert Zusammenhänge zwischen pPCK und ePCK im sogenannten Pedagogical Reasoning Cycle (Carlson & Daehler, 2019).

Ziel des vorliegenden Literature Reviews war es, die bestehenden Forschungsbeiträge zu PCK und Unterrichtspraxis zu recherchieren, Zusammenhänge zwischen pPCK und ePCK zu untersuchen und die gefundenen Studien hinsichtlich PCK und unterrichtspraktischen Erfahrungen zu charakterisieren und zu synthetisieren.

### **Methode**

Unter Verwendung einschlägiger Datenbanken (u.a.: ERIC, PsychINFO) konnten zunächst N=881 Artikel mit den Suchworten „STEM“, „PCK“, „practice“ und sinnvollen Variationen identifiziert werden. Durch ein systematisches Auswahlverfahren (Lesen der Abstracts und ggf. der vollständigen Artikel – bspw. wurden Diskussionen und Reviews ausgeschlossen) wurden N=97 Studien ausgewählt, welche Zusammenhänge zwischen PCK und Praxis untersuchen.

Diese Studien wurden nach fünf Dimensionen unter Verwendung einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (1997) analysiert. Neben dem Forschungskontext (z.B. Nationalität, Klassenstufe, Schulfach) zur Betrachtung der Repräsentativität des Reviews wurden vier inhaltsbezogene Dimensionen betrachtet um differenzierte Aussagen treffen zu können, auf welche Weise Studien Zusammenhänge untersuchen:

- Forschungsfokus (Natur von PCK bei MINT Lehrkräften; Entwicklung von PCK bei MINT Lehrkräften; Beziehung zwischen PCK und anderem; Veränderung von PCK bei MINT Lehrkräften)
- Untersuchungsmethode (Forschungsdesign; Messinstrumente; Datenverarbeitung)
- Konzeptualisierung von PCK und Praxis (bspw. benutztes PCK-Konzept)
- PCK und Praxis bezogen auf den Pedagogical Reasoning Cycle (Bezugnahme auf Komponenten von Knowledge oder PCK)

Das verwendete Forschungsdesign ist in Abbildung 1 dargestellt.

### **Ergebnisse**

Aus Abbildung 1 geht weiter hervor, dass die Studien als repräsentativ für diverse Nationalitäten, Klassenstufen, Fächer und Erfahrungsstand der Lehrkräfte zu bewerten ist.

#### *Art der Studie / Forschungsfokus*

Die Studien setzten verschiedene Fokusse, um den Zusammenhang zwischen PCK und Unterrichtspraxis zu untersuchen.

Die Natur von PCK bei MINT Lehrkräften, die Art und den Inhalt von PCK in Bezug auf PCK-Komponenten beschreiben 30 Studien. Einige Studien stellten PCK verschiedener Gruppen von Lehrkräften gegenüber. Andere konzeptualisierten PCK auf Grundlage empirischer Ergebnisse und / oder identifizierten neue Aspekte von PCK (z. B. die Existenz einer dynamischeren und flexibleren Form von PCK).

19 Studien untersuchten die unbeeinflusste Entwicklung von PCK bei MINT-Lehrkräften in drei Schwerpunkten:

- die PCK-Entwicklung von Lehrkräften, wenn sie ein neues Thema unterrichten,
- die Auswirkungen von Lehrerbildungsprogrammen oder Mentoren
- die PCK-Entwicklung in den ersten Beschäftigungsjahren

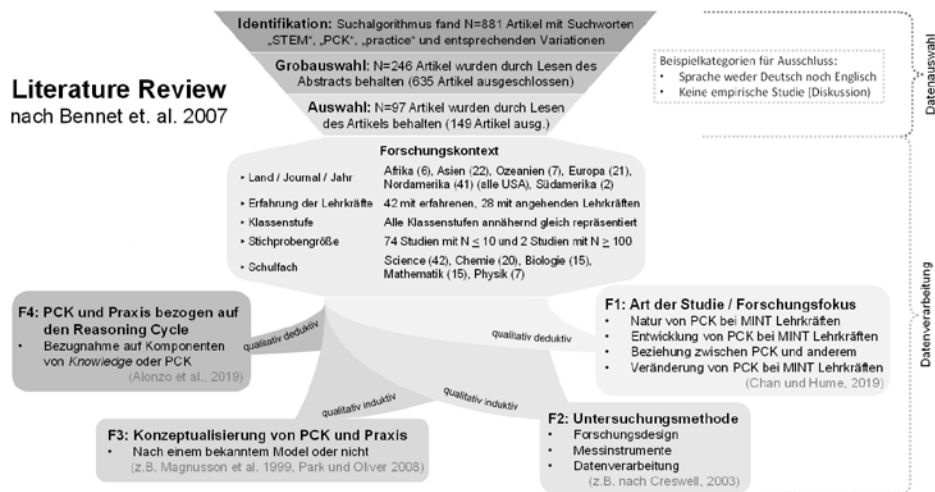


Abb. 1) Visualisierung des Studiendesigns

Weiterhin zeigt sich, dass geeignete Werkzeuge zur Unterstützung von Entwicklungsprozessen Konstrukte sind, welche PCK explizit auf MINT-Lehrkräfte beziehen (z. B. Content Representation - CoRes, Pedagogical and Professional-experience Repertoires - PaP-eRs).

33 Studien untersuchten die Veränderung von PCK bei MINT-Lehrkräften nach oder während einer Intervention, die ein Methodenkurs, eine Aktionsforschung oder ein Programm zur beruflichen Weiterentwicklung sein konnte. Nach Chan und Hume (2019) konnten sowohl Studien gefunden werden, welche qualitative Veränderungen von PCK vor und nach der Intervention untersuchten, als auch Studien, welche quantitative Methoden zur Untersuchung der Wirksamkeit der Intervention untersuchen.

Die Beziehung zwischen PCK und anderen Variablen, wie Überzeugungen, Selbstkonzept, Fachwissen, Studienleistungen und Unterrichtspraktiken, untersuchten 20 Studien. Özden (2008) untersuchte beispielsweise eine gegenseitige Beeinflussung von CK und PCK von MINT-Fortbildungslehrern, Lucenario et al. (2016) beforchten einen Bezug zwischen PCK der Lehrkraft und dem konzeptionellen Verständnis der Schülerinnen und Schüler beziehungsweise deren Problemlösekompetenz.

#### Untersuchungsmethode

Methodisch wurden größtenteils qualitative Fallstudien unter Verwendung überwiegend kleiner (74 Studien mit  $N \leq 10$ ) Stichprobengrößen implementiert (Siehe Abb. 1).

#### Konzeptualisierung von PCK und Praxis

Das RCM bildet hierbei ein geeignetes Gerüst für verschiedene Konzeptualisierungen von PCK wie sie in den Studien Anwendung finden. In Tabelle 1 sind die Bezugnahmen zu bestehenden integrativen und transformativen Modellen nach den betrachteten Teilaspekten von PCK veranschaulicht.

Tab. 1) Bezugnahmen von Studien auf transformative Modelle  
Transformative Modelle

| Model                           | KSU | KISR | KA | KC | OTS | Andere | Nicht spezifiziert |
|---------------------------------|-----|------|----|----|-----|--------|--------------------|
| 10 weitere Modelle <sup>1</sup> | 22  | 24   | 11 | 16 | 13  | 1      |                    |
| Magnusson et al. (1999)         | 27  | 26   | 22 | 22 | 18  |        |                    |
| Nicht spezifiziert              | 26  | 26   | 7  | 12 | 8   | 2      | 1                  |
| Summe der Bezugnahmen           | 75  | 76   | 40 | 50 | 39  | 3      | 1                  |

#### PCK und Praxis bezogen auf den Pedagogical Reasoning Cycle

Alle Studien untersuchen mindestens eine Phase des Pedagogical Reasoning Cycle. Eine Mehrzahl hiervon bezieht sich mit Ausnahme von Simulationen auf den Makrozyklus, also das Planen, Durchführen und Reflektieren ganzer Unterrichtsstunden. Reale Mikro-Unterrichtssituationen wurde nur vereinzelt untersucht.

Tab. 2) Bezugnahmen zu micro-/macro-Pedagogical Reasoning Cycle

| Anzahl der Studien | plan        |             | teach       |             | reflect     |             | simulierte Situation |             |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|-------------|
|                    | ePCKp macro | ePCKp micro | ePCKt macro | ePCKt micro | ePCKr macro | ePCKr micro | ePCKp,r macro        | ePCKr micro |
| $\Sigma$           | 63          | 0           | 48          | 18          | 64          | 0           | 2                    | 12          |

#### Diskussion

Viele der Ergebnisse im vorliegenden Literature Review decken sich mit Befunden aus vorheriger Forschung. Beispielsweise konnten Chan und Hume (2019) identifizieren, dass derzeit (das mehrfach genutzte Modell von Magnusson et. al ausgeklammert) eine Vielzahl von differenzierten PCK-Konzepten Anwendung findet. Häufiger als andere Aspekte von PCK werden das Schülerverständnis (Knowledge of Students Understanding - KSU) und die Kenntnis von Unterrichtsstrategien (Knowledge of Instructional Strategies and Representation - KISR) zentral beforscht (siehe Tabelle 1).

Darüber hinaus merkten Wilson et al. (2019) an, dass die von ihnen identifizierten Studien infolge der qualitativen Methodik nur bedingt zur Generalisierung von Forschungsbefunden geeignet sind, was in der vorliegenden Studie insbesondere durch die geringen Stichprobengrößen und die methodischen Ansätze unterstützt werden.

Nachdem die Facetten von PCK umfassend beschrieben wurden, sollte nunmehr eine stärkere Orientierung auf der Erfassung entsprechender Konstrukte wie pPCK und ePCK liegen. Hierbei bieten quantitative Tests aber auch Performanz-Instrumente wie Videographie (Liepertz und Borowski, 2018; Seidel & Stürmer, 2014) einen Ausgangspunkt.

#### Literatur

- Alonzo, A.; Berry, A.; Nilsson, P. (2019): Unpacking the Complexity of Science teachers' PCK in Action. Enacted and Personal PCK. In: Hume, A.; Cooper, R. and Borowski A. (Eds.): Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Professional Knowledge. Singapore: Springer.
- Aydin, S.; Demirdogen, B.; Tarkin, A.; Kutucu, S.; Ekiz, B.; Akin, F. N. et al. (2013): Providing a set of research-based practices to support preservice teachers' long-term professional development as learners of science teaching. In: Science Education 97 (6), S. 903–935. DOI: 10.1002/sce.21080.
- Hume, A.; Cooper, R. und Borowski, A. (Eds.) (2019): Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Professional Knowledge. Singapore: Springer.
- Jordan, A. et al. (2010): Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. In: American Educational Research Journal 47 (1), S. 133–180. DOI: 10.3102/0002831209345157.

<sup>1</sup> Abell (2007); Gess-Newsome (2015); Grossmann (1990); Hanuscin et. al (2011); Hill et al. (2008); Park and Oliver (2008); Rollnick et al. (2008); Saxton et al. (2014); Shulman (1986); Turner-Bisset (1999, 2001)

- Bennett, J.; Lubben, F.; Hogarth, S. (2007): Bringing science to life. A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. In: *Science Education* 91 (3), S. 347–370.
- Bereiter, C. (2002): Education in a Knowledge Society. In: B. Smith (Hg.): *Liberal Education in a Knowledge Society*. Chicago: Open Court.
- Berliner, D. C. (2001): Learning about and learning from expert teachers. In: *International Journal of Educational Research* 35, S. 463–482.
- Carlson, J.; Daehler, K.; Alonzo, A.; Barendsen, E.; Berry, A.; Borowski, A. et al. (2019): The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge. In: Hume, A.; Cooper R. and Borowski, A. (Eds.): *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Professional Knowledge*. Singapore: Springer.
- Chan, K. K.; Hume, A. (2019). In: *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Professional Knowledge*. Singapore: Springer.
- Creswell, J. W. (2003): *Research Design. Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. Thousand Oaks, CA, London, New Delhi: SAGE Publications.
- Eraut, M. (2000): Non-formal learning and tacit knowledge in professional work. In: *British Journal of Educational Psychology* 70, S. 113–136.
- Gess-Newsome, J. (2015): A model of teacher professional knowledge and skill including PCK. Results of the thinking from the PCK summit. In: Amanda Berry, Patricia Friedrichsen und John Loughran (Hg.): *Re-examining pedagogical content knowledge in science education. October 2012, ... Colorado Springs, USA, ... PCK Summit, a working conference. 1. publ.* New York, NY: Routledge (Teaching and learning in science series).
- Gess-Newsome, J.; Taylor, J. A.; Carlson, J.; Gardner, A. L.; Wilson, C. D.; Stuhlsatz, M. A. M. (2017): Teacher pedagogical content knowledge, practice, and student achievement. In: *International Journal of Science Education*, S. 1–20. DOI: 10.1080/09500693.2016.1265158.
- Grossman, P. L. (1990): *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. Professional development and practice series. New York, NY: Teachers College Press.
- Grossman, P.; Compton, C.; Igra, D.; Ronfeldt, M.; Shahan, E.; Williamson, P. W. (2009): Teaching practice. A cross-professional perspective. In: *Teachers College Record* 111 (9), S. 2055–2100.
- Kirschner, S.; Borowski, A.; Fischer, H. E.; Gess-Newsome, J.; Aufschnaiter, C. v. (2016): Developing and evaluating a paper-and-pencil test to assess components of physics teachers' pedagogical content knowledge. In: *International Journal of Science Education* 38 (8), S. 1343–1372. DOI: 10.1080/09500693.2016.1190479.
- Korthagen, F. A.; Kessels, J. (1999): Linking Theory and Practice. Changing the Pedagogy of Teacher Education. In: *Educational Researcher* 28 (4), S. 4–17.
- Liepert, S.; Borowski, A. (2018): Testing the Consensus Model. Relationships among physics teachers' professional knowledge, interconnectedness of content structure and student achievement. In: *International Journal of Science Education* 37 (3), S. 1–21. DOI: 10.1080/09500693.2018.1478165.
- Magnusson, S.; Krajcik, J. S.; Borko, H. (1999): Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In: Julie Gess-Newsome und Norman G. Lederman (Hg.): *Examining pedagogical content knowledge. The construct and its implication for science education*. Dordrecht: Kluwer Academic, S. 95–132.
- Mayring, P. (1997): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim: Beltz.
- Neuweg, H. G. (2007): Wie grau ist alle Theorie, wie grün des Lebens goldner Baum? LehrerInnenbildung im Spannungsfeld von Theorie und Praxis. In: *bwpat* 12.
- Neuweg, H. G. (2014): Das Wissen der Wissensvermittler. In: Ewald Terhart, Hedda Bennewitz und Martin Rothland (Hg.): *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage*. Münster, New York: Waxmann, S. 451–477.
- Park, S.; Oliver, J. S. (2008a): Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK). PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. In: *Res Sci Educ* 38 (3), S. 261–284. DOI: 10.1007/s11165-007-9049-6.
- Park, S.; Oliver, J. S. (2008b): Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. In: *Res Sci Educ* 38 (3), S. 261–284. DOI: 10.1007/s11165-007-9049-6.
- Shulman, L. S. (1986a): Those Who Understand. Knowledge Growth in Teaching. In: *Educational Researcher* 15 (2), S. 4–14.
- Shulman, L. S. (1986b): Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. In: *Educational Researcher*.
- Shulman, L. S. (2001): Appreciating good teaching. A conversation with Lee Shulman by Carol Tell. In: *Educational Leadership* 58 (5), S. 6–11.
- Sorge, S.; Kröger, J.; Petersen, S.; Neumann, K. (2017): Structure and development of pre-service physics teachers' professional knowledge. In: *International Journal of Science Education* 28 (10), S. 1–28. DOI: 10.1080/09500693.2017.1346326.