

# „Man kann nicht wissen, was etwas ist, ohne zu wissen, was es nicht ist.“

Studie zur Förderung von professionellen Kompetenzen angehender Grundschullehrkräfte zur kognitiven Aktivierung im Mathematikunterricht

*Patricia Bourcevet und Heike Hahn*

## **Einführung**

Wie können professionelle Kompetenzen und professionelle Unterrichtswahrnehmung von angehenden Mathematik-Grundschullehrkräften zur kognitiven Aktivierung ihrer Schüler/innen gefördert werden? Diese Frage ist für die Lehramtsausbildung insofern von hoher Bedeutung, da die Unterrichtsqualitätsforschung zeigt, dass insbesondere Merkmale der Tiefenstruktur für das Lernen von Schüler/innen und ihre Leistungen relevant sind (Klieme, 2006; Kunter & Ewald, 2016). In der Tiefenstruktur konnten Merkmale guten Unterrichts zu den drei Basisdimensionen eines lernförderlichen Unterrichts verdichtet werden: Zu ihnen zählen eine effektive Klassenführung, eine konstruktive Lernunterstützung sowie die kognitive Aktivierung von Lernenden (u. a. Kunter & Ewald, 2016; Kunter & Voss, 2011; Klieme et al., 2006). Im Vergleich zu den anderen Basisdimensionen erscheint die Förderung von professionellen Kompetenzen und professioneller Unterrichtswahrnehmung zur kognitiven Aktivierung von Schüler/innen aufgrund von unterschiedlichen Unterrichtsinhalten und -zielen als besonders anspruchsvoll (Praetorius et al., 2018). Während professionelle Kompetenzen Wissen, Überzeugungen, Motivation und selbstregulative Fähigkeiten umfassen, wird mit professioneller Unterrichtswahrnehmung die Fähigkeit von (künftigen) Lehrpersonen beschrieben, unterrichtsrelevante Ereignisse zu identifizieren, wissensbasiert zu interpretieren und basierend auf den daraus gezogenen Rückschlüssen adäquate und effektive Handlungsalternativen zu entwickeln (Sherin & van Es, 2009). Bei der Ausbildung der professionellen Kompetenz von Lehrkräften kommt dem Zusammenspiel von professionellem Wissen und professioneller Unterrichtswahrnehmung eine besondere Bedeutung zu.

Im Folgenden sollen die Ziele und die theoretische Rahmung einer aktuell laufenden Studie vorgestellt werden, die videobasierte mathematische Lernumge-

bungen mit dem Ziel der Förderung der professionellen Kompetenzen und der professionellen Unterrichtswahrnehmung zur kognitiven Aktivierung von Grundschullehramtsstudierenden im Bachelor-Studiengang untersucht. Hierzu wurden zwei videobasierte Lernumgebungen getreu dem Gedanken „Man kann nicht wissen, was etwas ist, ohne zu wissen, was es nicht ist.“ (Marton et al., 2017) entwickelt, bei denen das Analysieren des Lehrerhandels sowie die begründete Auswahl von Handlungsalternativen in Bezug auf die kognitive Aktivierung im Mittelpunkt stehen. In die Konzeption dieser Lernumgebung sind verschiedene theoretische Grundlagen eingeflossen, u. a. die Theorie des negativen Wissens (Oser & Spychinger, 2005) und Positionen des Konzeptlernens (Tennyson & Cocchiarella, 1986).

Die Studie ist im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojekts „Video.Link“ (Videos in der Lehrer\_innenbildung – Lehrerbildungsphasen in Kooperation) angesiedelt, welches an der Universität Erfurt und der Technischen Universität Dortmund (Prof. B. Gold und J. Bauersfeld) verortet ist. Ziel von „Video.Link“ ist die Förderung von mathematikdidaktischen und pädagogisch-psychologischen Kompetenzen bei angehenden Lehrer/innen im Kontext einer videobasierten Lernumgebung und in Kooperation mit der zweiten Phase der Lehrerbildung.

## **Theoretische Rahmung**

Professionelle Kompetenz von Lehrkräften umfasst das professionelle Wissen, Überzeugungen, motivationale Orientierungen und selbstregulative Fähigkeiten (Baumert & Kunter, 2006). Das professionelle Wissen als Bestandteil von professioneller Kompetenz ist deshalb von besonderer Bedeutung, da es Einfluss auf die Unterrichtsqualität und die Schülerleistungen hat (Baumert, et al., 2011). Im Verbund mit der professionellen Unterrichtswahrnehmung bedingt das professionelle Wissen

das professionelle Handeln von Lehrkräften (Blömeke et al., 2015). Zum professionellen Wissen von Lehrkräften kommen situationsspezifische Fertigkeiten des professionellen Handelns hinzu (Blömeke et al., 2015), zu denen die professionelle Unterrichtswahrnehmung gehört.

Zur Förderung von professionellen Kompetenzen und der professionellen Unterrichtswahrnehmung von angehenden Lehrkräften werden seit einigen Jahren Videovignetten aus dem realen (Mathematik-)Unterricht genutzt. Unterrichtsvideos ermöglichen eine vertiefte Analyse von Unterrichtssituationen (LeFevre, 2003), in denen verschiedene Perspektiven der Basisdimensionen von Unterrichtsqualität eingenommen werden können und deren Analyse ohne Handlungsdruck stattfinden kann. Dies wird dadurch möglich, dass Unterrichtsvideos die Komplexität von Unterricht abbilden (Miller & Zhou, 2007) und zugleich die Möglichkeit bieten, ausgewählte Sequenzen i. S. auffälliger oder besonderer Unterrichtssituationen zu erkennen, das Video zu pausieren und wiederholt anzuschauen (LeFevre, 2003). Die Analyse von Unterrichtsvideos fördert nachweislich die professionelle Unterrichtswahrnehmung (u. a. Hörter et al., 2020; Gaudin & Charlies, 2015; Gold et al., 2013). Dem Zusammenspiel von professionellem Wissen und professioneller Unterrichtswahrnehmung kommt bei der Ausbildung der professionellen Kompetenz von Lehrkräften eine besondere Bedeutung zu, da das professionelle Wissen durch die professionelle Unterrichtswahrnehmung zur Performanz der Lehrkraft im Unterricht vermittelt wird (Schwarz et al., 2022). Es ist daher nicht verwunderlich, dass positive Zusammenhänge zwischen der professionellen Unterrichtswahrnehmung der Lehrperson und dem Verständnis des Unterrichtsinhaltes ihrer Schüler/innen bestehen (Roth et al., 2011). Da die professionelle Unterrichtswahrnehmung ein wissensbasierter Prozess ist und somit Rückgriff auf theoretisches Wissen erfordert, ist in Abhängigkeit vom Analysefokus ein spezifisches Wissen der Analysierenden notwendig (Stürmer et al., 2013).

Um die Fähigkeiten von (künftigen) Lehrpersonen zur kognitiven Aktivierung ihrer Schüler/innen zu fördern, bedarf es einer gezielten Auseinandersetzung mit dieser Basisdimension von Unterrichtsqualität. Mit dem im deutschen Sprachraum verbreiteten Terminus der kognitiven Aktivierung wird ein Unterricht charakterisiert, der Lernende zu einem vertieften Nachdenken, zu einer elaborierten Auseinandersetzung mit dem mathematischen Inhalt bzw. zur Weiterentwicklung (u.a. Baumert et al., 2010) und Reorganisation bestehender kognitiver Strukturen anregt. Dabei bilden herausfordernde Aufgaben (Stern et al., 2016) eine wichtige Komponente, da gerade im Mathematik-

unterricht Unterrichtsprozesse über Aufgaben initiiert und gesteuert werden. Diese in Unterrichtsprozesse eingebundenen Aufgaben stellen im Zusammenhang mit aktivierenden Lernformen wie beispielsweise dem Erklären von Lösungswegen oder Lösungsschritten, dem Herstellen von Bezügen zu den Äußerungen von Mitschüler/innen, dem Vergleichen zum Herausfinden von Gemeinsamkeiten und Unterschieden, dem Ziehen von Schlussfolgerungen und Finden von Verallgemeinerungen Phasen im Lernprozess sowie bei der Ergebnisreflektion dar, die im Mathematikunterricht zur kognitiven Aktivierung beitragen (u. a. Gabriel & Lipowsky, 2013, Lipowsky, 2015; Leuders & Holzäpfel, 2011; Stern et al., 2016). Studien zur kognitiven Aktivierung zeigen im Unterschied zu den beiden anderen Basisdimensionen eine hohe Variabilität in verschiedenen Unterrichtsstunden (Praetorius et al., 2014). Eine lernwirksame Gestaltung des Unterrichtes i.S. einer kognitiven Aktivierung bedarf daher eines hohen Maßes an Expertise, die u.a. vom Wissen beeinflusst wird, da das Wissen zentraler Bestandteil der Handlungskompetenz bildet.

Aufbauend auf Fähigkeiten zur professionellen Unterrichtswahrnehmung von Situationen im Lehr-Lern-Prozess, in denen eine kognitive Aktivierung erfolgt, ist das wissensbasierte Einschätzen von Handlungsalternativen wichtig und bildet einen Link zum tatsächlichen, späteren Unterrichtshandeln. Kersting et al. (2012) konnten in diesem Kontext zeigen, dass die Fähigkeit der (künftigen) Lehrperson, Handlungsalternativen in Bezug auf Unterrichtsvideoanalysen vorzuschlagen, positiv mit der Leistung der Schüler/innen im Mathematikunterricht zusammenhängt.

Prozesse des Kontrastierens und Vergleichens helfen in schulischen und akademischen Kontexten (Lipowsky et al., 2019), kennzeichnende Eigenschaften eines Begriffes bzw. eines Konzeptes zu erkennen. Das Vergleichen und Kontrastieren von Handlungsalternativen zu Unterrichtssequenzen aus dem Mathematikunterricht soll im Rahmen der Studie genutzt werden, um einen Verarbeitungsprozess bei den Studierenden anzuregen und mit Hilfe von Argumentationsprozessen ein vertieftes Verständnis der Basisdimension der kognitiven Aktivierung zu erreichen (a. a. O).

Eine weitere theoretische Bezugsperspektive stellt das Konzeptlernen dar. Neue Konzepte, wie dies die Basisdimension der kognitiven Aktivierung für künftige Lehrpersonen ist, können dann erfolgreich verinnerlicht werden, wenn verschiedene, kontrastierende Beispiele von Handlungsalternativen begründet bearbeitet werden (Tennyson & Cocchiarella, 1986). Das Bearbeiten von inkorrekten Beispielen, deren vorgeschlagene Handlungsalternative die kognitive Aktivierung weniger fördern, führt zu einem Lernzuwachs gemäß der

Theorie zum negativen Wissen, bei dem durch das Reflektieren von eher problematischen Beispielen ein umfassenderes Wissen aufgebaut werden kann (Oser & Spychinger, 2005). Dieses umfangreichere Wissen kann die Wahrscheinlichkeit gelungener Handlungen erhöhen und davor schützen, in Zukunft ähnliche wie im Beispiel der angebotenen Handlungsalternative angeführten „Fehler“ (als nicht zu empfehlende Vorgehensweise im weiteren Unterrichtsprozess) zu begehen, indem komplexere Zusammenhänge durch Kontrastierung des Richtigen/Empfehlenswerten und des Falschen/Nichtempfehlenswerten gegenübergestellt und eingeordnet werden können (Oser & Spychinger, 2005). Das Modell des Lernens durch den Vergleich von Fällen wurde in der Metaanalyse von Alfieri et al. (2013) aufgegriffen. Mit Hilfe dieses Modells kann bei Lernenden ein schematisches Verständnis über das Konzept – in diesem Falle der kognitiven Aktivierung im Mathematikunterricht am Beispiel einer konkreten Aufgabenstellung – aufgebaut werden, das ihnen hilft, ihr Wissen auf neue/andere mathematische Inhalte zu übertragen. Auch Gentner et al. (2003) stellte heraus, dass das Aneignen von Konzepten, wie es das professionelle Wissen zur kognitiven Aktivierung ist, durch das Analysieren von multiplen Beispielen erfolgreich gelingen kann. Verständnisunterstützend wirkt auch das Bearbeiten mehrerer Beispiele (Renkl, 2015). Sind Studierende überdies in der Lage, zwischen den angebotenen Handlungsalternativen Analogien zu erkennen, regt dies Lernende weiterhin an, das jeweilige Konzept zu verstehen (Hoffmann et al., 2022). Das Untersuchen von insbesondere inkorrekten Beispielen, in diesem Falle also die Handlungsalternativen mit wenig oder geringem Potenzial zur kognitiven Aktivierung, verlangt viel kognitive Anstrengung der Lernenden – dies führt zu einer verständlichen und komplexen kognitiven Repräsentation des zu lernenden Konzepts (Chillarege et al., 2003; Oser & Spychinger, 2005). Durch das Kontrastieren von positiven und weniger positiven bzw. negativen Beispielen für Handlungsalternativen erhalten die Studierenden folglich ein verbessertes schematisch-konzeptionelles Verständnis über das Konzept der kognitiven Aktivierung.

### **Ziele und Konzeption der Studie**

Mit der momentan laufenden Studie soll die Frage überprüft werden, inwiefern das Vergleichen und Kontrastieren von Handlungsalternativen zu einer Unterrichtsszene aus dem Mathematikunterricht der Grundschule dazu beiträgt, das professionelle Wissen und die professionelle Unterrichtswahrnehmung zur kognitiven Aktivierung der Studierenden zu fördern. Es wird

erwartet, dass die Arbeit mit positiven und weniger positiven bzw. negativen Beispielen für Handlungsalternativen einen höheren Lernzuwachs seitens der Studierenden fördert, als das Arbeiten mit ausschließlich positiven Beispielen.

Die Studie mit Grundschullehrerstudierenden ist so angelegt, dass ihnen verschiedene Beschreibungen (Textvignetten) von Handlungsalternativen zu einem Videoausschnitt angeboten werden. Diese Handlungsalternativen beziehen sich auf Unterrichtsprozesse, die mit einem Videoausschnitt aus authentischem Mathematikunterricht gezeigt werden. Im Videoausschnitt wird eine Unterrichtsszene mit Potenzial zur kognitiven Aktivierung präsentiert, in der eine herausfordernde Aufgabe (u. a. Gabriel & Lipowsky, 2013; Riecke-Baulecke, 2017 mit Bezug auf Stern et al., 2016), z. B. ein Entdeckerpäckchen, bearbeitet wird. Das Video wird an der Stelle unterbrochen, in der sich ein aktivierendes Unterrichtsgespräch zur Erschließung des mathematischen Zusammenhanges anschließen oder eine Ergebnissicherung bzw. das Finden einer Verallgemeinerung folgen würde. Die in Textform vorgeschlagenen Handlungsalternativen setzen an die konkrete Unterrichtsszene an und sollen als mögliche Weiterführungen des Lehrerhandelns verstanden werden.

Während in der Versuchsgruppe mit kontrastierenden Fällen des weiteren unterrichtlichen Handelns gearbeitet wird, werden in der Kontrollgruppe Handlungsalternativen angeboten, die Möglichkeiten für ein weiteres kognitiv aktivierendes Vorgehen beschreiben. Somit wird von Teilnehmenden in der Kontrollgruppe erwartet, dass sie das Potenzial zur kognitiven Aktivierung anhand der Merkmale begründen, während die Versuchsgruppenteilnehmer\*innen die Handlungsalternativen hinsichtlich gemeinsamer und unterscheidender Merkmale von kognitiver Aktivierung analysieren und einschätzen.

Der Theorie des Structure-Mapping (Gentner, 1983) und dem schlussfolgernden Denken (Klauer, 2014) folgend, werden in der Versuchsgruppe für jede Sequenz eine positive und eine weniger positive oder eher negative Handlungsalternative in Bezug auf ihr Potenzial zur Förderung der kognitiven Aktivierung der Schüler/innen zur gestellten Mathematikaufgabe angeboten. Studierende erhalten dazu den Auftrag, die beiden Handlungsalternativen in Bezug auf Merkmale der kognitiven Aktivierung miteinander zu vergleichen, Gemeinsamkeiten und Unterschiede im vorgeschlagenen Vorgehen zu erkennen und im Hinblick auf die Effizienz bezogen auf die kognitive Aktivierung zu bewerten. Durch den Rückbezug auf das professionelle Wissen zu Merkmalen der kognitiven Aktivierung und das somit wissensbasierte Einschätzen der angebotenen Handlungsalternativen durch das Identifizieren von po-

sitiven Ansätzen und dem Kontrastieren der kognitiv aktivierenden mit weniger kognitiv aktivierenden Vorgehensweisen soll sowohl das professionelle Wissen als auch die professionelle Unterrichtswahrnehmung der Studierenden gefördert werden. In der Kontrollgruppe sollen demgegenüber zwei ausschließlich positive Handlungsalternativen bezogen auf die kognitive Aktivierung zur gleichen Unterrichtssequenz anhand der Merkmale eingeschätzt werden (Star & Rittle-Johnson, 2009). Somit liegt der Fokus in der Versuchsgruppe auf dem Vergleich von positiven und negativen Handlungsalternativen in Bezug auf die Merkmale von kognitiver Aktivierung, während in der Kontrollgruppe ausschließlich positive Handlungsalternativen bezogen auf die Merkmale kognitiver Aktivierung eingeschätzt werden.

Um Rückschlüsse auf die Wirkung der so konzipierten Lernumgebung auf die Entwicklung der professionellen Kompetenzen der Studierenden ziehen zu können, wird sowohl vor als auch nach der Intervention das professionelle Wissen sowie die professionelle Unterrichtswahrnehmung der Studierenden hinsichtlich der kognitiven Aktivierung erfasst. Das professionelle Wissen zur kognitiven Aktivierung wird mithilfe eines im Rahmen des Projekts „Video.LinK“ selbst entwickelten Tests ermittelt. Dieser beinhaltet Fragen, die sich sowohl auf das deklarative Wissen zur kognitiven Aktivierung beziehen als auch auf dessen Anwendung. Hierzu schätzen Studierende Instruktionen einer Lehrkraft sowie die Qualität von Aufgaben hinsichtlich des Potenzials zur kognitiven Aktivierung ein. Weiterhin werden die Studierenden im Test mit einem Video aus dem Mathematikunterricht konfrontiert, welches sie zunächst in einer offenen Analyse hinsichtlich der kognitiven Aktivierung einschätzen sollen. Mithilfe dieser offenen Analyse des Videos soll die professionelle Unterrichtswahrnehmung der Studierenden erfasst werden. Hierzu identifizieren sie in dem Video relevante Unterrichtsereignisse bzgl. der kognitiven Aktivierung, beschreiben diese, interpretieren sie wissensbasiert und schlagen Handlungsalternativen für das Lehrerhandeln vor. Zur weiteren Erfassung der professionellen Unterrichtswahrnehmung und der Fähigkeit zur Anwendung des professionellen Wissens über Merkmale der kognitiven Aktivierung dienen geschlossene Fragen in Bezug auf die Umsetzung der kognitiven Aktivierung der im Video gezeigten Prozesse. Es wird erwartet, dass Studierende der Versuchsgruppe sowohl in den geschlossenen Fragen als auch bei der Videoanalyse besser abschneiden als die Studierenden der Kontrollgruppe.

Die Studie befindet sich momentan in der Erprobung. Im Rahmen der nächsten Jahrestagung der GDM werden Ergebnisse bzgl. der Förderung der professionellen

nen Kompetenzen und der professionellen Unterrichtswahrnehmung zur kognitiven Aktivierung von angehenden Grundschullehrkräften vorgestellt.

## Literatur

- Alfieri, L., Nokes-Malach, T. J., & Schunn, C. D. (2013). Learning through case comparisons: A meta-analytic review. *Educational Psychologist*, 48(2), 87–113.
- Ball, D., Thames, M. H. & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407. DOI:10.1177/0022487108324554
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520. DOI:10.1007/s11618-006-0165-2.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M. & Tsai, Y.M. (2010). Teacher's mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180. DOI:10.3102/0002831209345157.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Hrsg.). (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Waxmann.
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E. & Shavelson, R.J. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift Für Psychologie*, 223(1), 3–13. DOI:10.1027/2151-2604/a000194.
- Buchholtz, N., Kaiser, G. & Blömeke, S. (2014). Die Erhebung mathematikdidaktischen Wissens – Konzeptualisierung einer komplexen Domäne. *Journal für Mathematikdidaktik*, 35(1), 101–128. DOI:10.1007/s13138-013-0057-y.
- Chillarege, K.A., Nordstrom, C.R. & Williams, K.B. (2003). Learning from Our Mistakes: Error Management Training for Mature Learners. *Journal of Business and Psychology*, 17, 369–385.
- 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.
- Gabriel, K. & Lipowsky, F. (2013). Hochinferentes Rating: Kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. In M. Lotz, F. Lipowsky, G. Faust (Hrsg.), *Dokumentation der Erhebungsinstrumente des Projekts „Persönlichkeits- und Lernentwicklung von Grundschulkindern“ (PERLE) 3. Technischer Bericht* (pp. 405–422). GPF.
- Gaudin, C., & Chalies, S. (2015). Video viewing in teacher education and professional development: A literature review. *Educational Research Review*, 41–67.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7(2), 155–170.

- Gentner, D., Loewenstein, J., & Thompson, L. (2003). Learning and transfer: A general role for analogical encoding. *Journal of educational psychology, 95*(2), 393.
- Gold, B., Förster, S., & Holodyski, M. (2013). Evaluation eines videobasierten Trainingsseminars zur Förderung der professionellen Wahrnehmung von Klassenführung im Grundschulunterricht. *Zeitschrift für pädagogische Psychologie*.
- Jenßen, L., Lehmann, M., Laschke, Ch., Roesken-Winter, B. & Eilerts, K. (2023). Validierung eines Tests zur Erfassung des mathematikdidaktischen Wissens von Lehramtsstudierenden der Primarstufe. *Unterrichtswissenschaft*.
- Hörter, P., Gippert, C., Holodyski, M., & Stein, M. (2020). Klassenführung und Fachdidaktik im (Anfangs-)Unterricht. Mathematik erfolgreich integrieren – Konzeption einer videobasierten Lehrveranstaltung zur Förderung der professionellen Unterrichtswahrnehmung. *HLZ – Herausforderung Lehrer\*innenbildung, 3*(1), 256–282.
- Kersting, N. B., Givvin, K. B., Thompson, B. J., Santagata, R., & Stigler, J. W. (2012). Measuring usable knowledge: Teachers' analyses of mathematics classroom videos predict teaching quality and student learning. *American Educational Research Journal, 49*(3), 568–589.
- Hoffmann, S., Aiassa, E., Angrish, M., Beausoleil, C., Bois, F. Y., Ciccolallo, L., Craig, P. S., De Vries, R. B. M., Dorne, J. L. C. M., Druwe, I. L., Edwards, S. W., Eskes, C., Georgiadis, M., Hartung, T., Kienzler, A., Kristjansson, E.A., Lam, J., Martino, L., Meek, B. & Tsaioun, K. (2022). Application of evidence-based methods to construct mechanism-driven chemical assessment frameworks. *Altex, 39*(3), 499–518.
- Klauer, K. J. (2014). Training des induktiven Denkens – Fortschreibung der Metaanalyse von 2008. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 28*, 5–19.
- Klieme, E. (2006). Empirische Unterrichtsforschung: Aktuelle Entwicklungen, theoretische Grundlagen und fachspezifische Befunde. Einführung in den Thementeil. *Zeitschrift für Pädagogik, 52*, 765–773.
- Klieme, E., Lipowsky, F., Rakoczy, K. & Ratzka, N. (2006). Qualitätsdimensionen und Wirksamkeit von Mathematikunterricht. Theoretische Grundlagen und ausgewählte Ergebnisse des Projektes „Pythagoras“. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (pp. 127–146). Waxmann.
- Kunter, M. & Ewald, S. (2016). Bedingungen und Effekte von Unterricht: Aktuelle Forschungsperspektiven aus der pädagogischen Psychologie. In N. McElvany, W. Bos, H. G. Holtappels, M. M. Gebauer & F. Schwabe (Hrsg.), *Bedingungen und Effekte guten Unterrichts* (pp 9–31). Waxmann.
- Kunter, M. & Voss, T. (2011). Das Modell der Unterrichtsqualität in COAKTIV: Eine multikriteriale Analyse. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COAKTIV* (pp. 85–113). Waxmann.
- Le Fevre, D. M. (2003). Designing for teacher learning: Video-based curriculum design. *Advances in Research on Teaching, 10*, 235–258.
- Leuders, T. & Holzäpfel, L. (2011). Kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft, 39*, 213–230.
- Lipowsky, F. & Bleck, V. (2019). Was wissen wir über guten Unterricht? – Ein Update. In U. Steffens & R. Messner (Hrsg.), *Unterrichtsqualität. Konzepte und Bilanzen gelingenden Lehrens und Lernens* (pp. 219–249). Waxmann.
- Lipowsky, F. (2015). Unterricht. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (pp. 69–105). Springer.
- Lipowsky, F., Hess, M., Arend, J., Böhnert, A. Denn, A.-K., Hirstein, A. & Rzejak, D. (2019). Lernen durch Kontrastieren und Vergleichen – Ein Forschungsüberblick zu wirkmächtigen Prinzipien eines verständnisorientierten und kognitiv aktivierenden Unterrichts. In U. Steffens & R. Messner (Hrsg.), *Unterrichtsqualität. Konzepte und Bilanzen gelingenden Lehrens und Lernens* (pp. 373–402). Waxmann.
- Lipowsky, F. & Hess, M. (2019). Warum es manchmal hilfreich sein kann, das Lernen schwerer zu machen - Kognitive Aktivierung und die Kraft des Vergleichens. In K. Schöppe & F. Schulz (Hrsg.), *Kreativität & Bildung – Nachhaltiges Lernen* (pp. 77–132). kopaed.
- Marton, F., Kullberg, A. & Runesson Kempe, U. (2017). What is made possible to learn when using the variation theory of learning in teaching mathematics?. *ZDM Mathematics Education 49*, 559–569.
- Miller, K., & Zhou, X. (2007). Learning from classroom video: What makes it compelling and what makes it hard. In R. Goldmann, R. Pea, B. Barron, & S. J. Derry (Hrsg.), *Video research in the learning sciences* (pp. 321–334).
- Oser, F., & Spychiger, M. (2005). *Lernen ist schmerzhaft: Zur Theorie des negativen Wissens und zur Praxis der Fehlerkultur*. Beltz.
- Praetorius, A. K., Pauli, C., Reusser, K., Rakoczy, K. & Klieme, E. (2014). One lesson is all you need? Stability of instructional quality across lessons. *Learning and Instruction, 31*, 2–12.
- Praetorius, A. K., Klieme, E., Herbert, B., & Pinger, P. (2018). Generic dimensions of teaching quality: The German framework of three basic dimensions. *ZDM, 50*(3), 407–426.
- Renkl, A. (2015). Wissenserwerb. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (pp. 3–24). Springer.
- Riecke-Baulecke, T. (2017). Unterrichtsqualität. In M. Abshagen, B. Barzel, J. Kramer, T. Riecke-Baulecke, B. Roesken-Winter, Chr. Selter (Hrsg.), *Basiswissen Lehrerbildung: Mathematik unterrichten* (pp. 149–166). Klett Kallmeyer.
- Roth, K. J., Garnier, H. E., Chen, C., Lemmens, M., Schulle, K., & Wickler, N. I. (2011). Videobased lesson analysis: Effective science PD for teacher and student learning. *Journal of Research in Science Teaching, 48*(2), 117–148.

- Schwarz, B., Döhrmann, M., Blömeke S. (2022). Studien zur professionellen Kompetenz von Mathematiklehrkräften – Das TEDS-Forschungsprogramm im Überblick. In N. Buchholtz, B. Schwarz & K. Vorhölter (Hrsg.), *Initiationen mathematikdidaktischer Forschung*. Springer Spektrum.
- Sherin, G. M., & Van Es, E. A. (2009). Effects of video club participation on teachers' professional vision. *Journal of teacher education*, 60(1), 20-37.
- Star, J. R. & Rittle-Johnson, B. (2009). It pays to compare: An experimental study on computational estimation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102(4), 408–426.
- Stern, E., Schalk, L. & Schumacher, R (2016): Lernen. In M. Abshagen, B. Barzel, J. Kramer, T. Riecke-Baulecke, B. Roesken-Winter, Chr. Selter (Hrsg.), *Basiswissen Lehrerbildung: Mathematik unterrichten* (pp. 106–120). Klett Kallmeyer.
- Stürmer, K., Königs, K. D., & Seidel, T. (2013). Declarative knowledge and professional vision in teacher education: Effect of courses in teaching and learning. *British Journal of Educational Psychology*, 83(3), 467–483.
- Tennyson, R. D. & Cocchiarella, M. J. (1986). An Empirically Based Instructional Design Theory for Concept Teaching. *Review of Educational Research*, 36, 40–71.
- Voss, T., Kunter, M. & Baumert, J. (2011). Assessing teacher candidates' general pedagogical/psychological knowledge: Test construction and validation. *Journal of Educational Psychology*, 103(4), 952–969.

Patricia Bourcevet, Universität Erfurt  
[patricia.calies@uni-erfurt.de](mailto:patricia.calies@uni-erfurt.de)

Heike Hahn, Universität Erfurt  
[heike.hahn@uni-erfurt.de](mailto:heike.hahn@uni-erfurt.de)