

Esther BRUNNER, Kreuzlingen (Schweiz)

Guter Mathematikunterricht – was verstehen wir genau darunter und wie lässt sich dies bestimmen?

Was guten (Mathematik-)Unterricht ausmacht, gehört in diversen Kontexten zu den intensiv diskutierten Fragen. Nicht nur Wissenschaftler*innen unterschiedlicher Disziplinen, sondern ebenso Eltern wie auch Verantwortliche des Bildungssystems und der Bildungspolitik haben Antworten dazu bereit. Diese Antworten sind jedoch nicht immer theoretisch abgestützt und empirisch überprüft. Oft handelt es sich um subjektive Theorien oder grundlegende, unhinterfragte Prämissen, wie Renkl (2015) dies in seinem Aufsatz „Drei Dogmen guten Lernens und Lehrens“ beschreibt und darlegt, weshalb das „Konstruktivismus- und Aktivitätsdogma“, das Dogma „des guten Unterrichts“ und das „Strukturreformdogma“ (Renkl, 2015, S. 211) „alle falsch“ seien. Das erste Dogma besteht in der Annahme, dass Unterricht dann gut sei, wenn die Lernenden aktiv seien, was dazu führt, dass Lernsettings dichotom nach Aktivitätsgrad der Schüler*innen eingeteilt werden und (vordergründig) passives Lernen, wie beispielsweise einer Instruktion folgen, als negativ bewertet wird. Das zweite Dogma betrifft die Annahme, dass es *den einen* guten Unterricht gebe und man daher nur den „Stein der Weisen“ finden und diese Art des Unterrichtens implementieren müsse. Das dritte Dogma schließlich bezieht sich auf die Vorstellung, dass auftretende Probleme und Herausforderungen im Bildungswesen mittels einer Strukturreform in Schule und/oder Hochschule gelöst werden könnten. Doch wenn alle diese Annahmen unhaltbar sind, was *wissen* wir dann über guten Mathematikunterricht und wo besteht Klärungsbedarf? Diese fundamentalen Fragen greift der vorliegende Beitrag auf und versucht, sie aus der mathematikdidaktischen Perspektive heraus exemplarisch zu beleuchten, ohne dabei den Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben.

Begriffsklärung und theoretische Bezüge

Unterrichtsqualität ist ein zentrales Feld der Bildungsforschung und gleichzeitig Gegenstand von theoretischen und normativen Erörterungen, die aus unterschiedlichen Perspektiven heraus erfolgen. Das Vorhaben, diese Perspektiven genauer herauszuarbeiten und dabei die generische Sichtweise durch eine fach- und inhaltspezifische zu ergänzen, dürfte einen substanziellen Beitrag zu einem interdisziplinären Verständnis von Unterrichtsqualität leisten, insbesondere wenn es um die Qualität des Fachunterrichts geht. Diesbezüglich kann die Unterscheidung von Berliner (2005), der von der „schieren Unmöglichkeit guten Unterrichts“ und seiner Messung spricht (Berliner,

2005, S. 205), hilfreich sein: Unterschieden werden kann ihm zufolge zwischen „good teaching“ und „effective teaching“, was er unter „qualitative teaching“ zusammenfasst. Folgt man diesem Gedanken, lässt sich qualitätsvoller Mathematikunterricht zum einen durch normative Aspekte („good teaching“) und zum anderen durch nachweisbar wirksamkeitsbezogene Aspekte („effective teaching“) charakterisieren. Die normativen Aspekte umfassen beispielsweise Ansprüche des Faches oder der Gesellschaft an die mathematische Bildung, während die wirksamkeitsbezogenen Aspekte einen messbaren Nutzen im Hinblick auf die Lern- und Leistungsentwicklung der Schüler*innen aufweisen müssen. Vor dem Hintergrund dieser Differenzierung können auch die drei Dogmen vermieden werden, und zwar indem das Erkennen eines berechtigten fachlichen oder gesellschaftlichen normativen Anspruchs mit der Überprüfung seiner Effektivität für das Lernen der Schüler*innen verbunden wird. Sollte sich ein normativer Anspruch guten Unterrichts empirisch nicht als wirkungsvoll erweisen, wäre zu begründen, weshalb das entsprechende Merkmal im Sinne von „good teaching“ dennoch beibehalten werden sollte.

Ausgewählte empirische Befunde

Die Unterrichtsqualitätsforschung hat in den vergangenen Jahren zahlreiche Merkmale herausgearbeitet, die nachweisbar das Lernen und die Leistungsentwicklung der Schüler*innen positiv zu beeinflussen vermögen. Viele dieser Studien wurden anhand des Mathematikunterrichts und damit im Hinblick auf die mathematische Leistungsentwicklung durchgeführt. Bekannt geworden sind im deutschsprachigen Raum in diesem Zusammenhang insbesondere die drei „Basisdimensionen“ guten Unterrichts „Classroom Management“, „Kognitive Aktivierung“ und „Lernendenorientierung“ (Klieme et al., 2006; Praetorius et al., 2018), deren positive Wirkung auf die Leistungsentwicklung empirisch belegt werden konnte. Obwohl in einzelnen Instrumenten zur Erfassung kognitiver Aktivierung eine stärker fachdidaktisch geprägte Operationalisierung vorgenommen wird, sind diese drei Dimensionen grundsätzlich generisch konzipiert.

Das Konzept der drei Basisdimensionen wurde in jüngerer Zeit wiederholt rezipiert und auch kritisiert. Die Kritik zielt zum einen auf grundsätzliche Fragen der theoretischen Konzeptualisierung (Praetorius et al., 2020) und fordert zum anderen eine – insbesondere aus fachdidaktischer Sicht – notwendige Ergänzung und Präzisierung durch weitere generische Dimensionen wie beispielsweise die *kognitive* Lernunterstützung (Kleickmann et al., 2020) oder die Unterstützung des Übens (Praetorius & Gräsel, 2021) sowie spezifisch fachdidaktische Merkmale (z. B. Brunner et al., 2014; Drollinger-Vetter, 2011; Schlesinger et al., 2018). Zur Entwicklung Letzterer leisteten

insbesondere verschiedene Instrumente zur Erfassung der Unterrichtsqualität von Mathematikstunden (Hill et al., 2008; Learning Mathematics for Teaching Project, 2011; Schoenfeld et al., 2014; Walkowiak et al., 2018), die Aspekte wie die Reichhaltigkeit des mathematischen Themas und der Aufgabenstellung oder das Begründen von mathematischen Aussagen und Lösungen einschlossen und somit normative Grundlagen des Faches berücksichtigten, einen maßgeblichen Beitrag.

Bei solchen fachdidaktischen Ergänzungen geht es nicht um die Beanspruchung einer „Vorherrschaft“ der einen oder der anderen Perspektive, obwohl das Primat der Unterrichtsforschung lange Zeit bei der Bildungsforschung lag (Brunner, 2020). Vielmehr hat sich mittlerweile die Sichtweise etabliert, dass Unterricht „immer generisch *und* fachspezifisch“ sei (Reusser & Pauli, 2021) und daher stets „zwei Seiten einer Medaille“ (Lipowsky et al., 2018) betrachtet werden sollten. Differenzen ergeben sich allerdings bei der Ausgestaltung der als fachdidaktisch betrachteten Qualitätsmerkmale und der Frage, ob es sich dabei um eigenständige und disziplinspezifische Qualitätsmerkmale handle oder ob generische Merkmale lediglich fachdidaktisch interpretiert und operationalisiert werden sollen.

Diese Fragen sind nicht unbedeutend, da der Konzeptualisierung und der Operationalisierung dieser Merkmale – generisch oder fachspezifisch – bei der Erfassung von Unterrichtsqualität eine entscheidende Rolle zukommt. So konnten verschiedene Studien nachweisen, dass dieselbe Mathematikstunde je nach Messinstrument unterschiedlich eingeschätzt worden war (z. B. Boston & Candela, 2018; Brunner, 2018; Charalambous & Litke, 2018; Praetorius et al., 2018). Somit scheint es nicht nur *den* guten Unterricht nicht zu geben, sondern derselbe Unterricht wird auch je nach Perspektive unterschiedlich eingeschätzt. Lindmeier und Heinze (2020) fragten daher nach der Bedeutung der fachdidaktischen Perspektive in der bisherigen Unterrichtsqualitätsforschung und kamen zum Schluss, dass fachdidaktische Qualitätsmerkmale von fachlich geschulten Rater*innen analysiert werden müssten. Hinzu kommt, dass je nach Qualitätsmerkmal, beispielsweise der kognitiven Aktivierung, viele verschiedene Beobachtungsanlässe erforderlich sind, um zu einer reliablen Einschätzung zu gelangen, während die Einschätzung von Classroom Management auf der Basis einer einzelnen Unterrichtsstunde vergleichsweise zuverlässig erfolgen kann (Praetorius et al., 2014).

Das Dogma des *einen* guten Unterrichts lässt sich aber auch mit den Befunden international vergleichender Studien von Mathematikunterricht (Hiebert et al., 2003; Hugener et al., 2009) widerlegen. Mathematikunterricht ist immer auch kontextabhängig und unterliegt unterschiedlichen normativen

Grundlagen, weshalb sich auch kulturelle Unterschiede feststellen lassen (z. B. Kaur et al., 2013). Ebenfalls nachweisen ließ sich, dass Mathematikunterricht hinsichtlich bestimmter Schul- und Organisationsstrukturen nur wenig variiert (Brunner & Imhof, 2017; Pauli et al., 2010) und somit auch das Strukturreformdogma empirisch entkräftet werden kann.

Des Weiteren erfährt eine empirisch bestätigte Binsenwahrheit, der zufolge es auch bei der Unterrichtsqualität auf die Lehrperson und deren Kompetenzen ankommt (Lipowsky, 2006), in der neueren Unterrichtsqualitätsforschung vermehrt Beachtung, da die Qualität von (Mathematik-)Unterricht zunehmend auch mit den professionellen Kompetenzen von Lehrpersonen verbunden wird und entsprechende Zusammenhänge und Abhängigkeiten geprüft werden (z. B. Jentsch et al., 2021; König et al., 2021).

Offene Fragen und Forschungsdesiderata

Kaum diskutiert wurde bislang, wie sich Qualitätsmerkmale – generisch oder fachspezifisch – zueinander verhalten und ob sie als Voraussetzungen von (Fach-)Unterricht beispielsweise im Falle von wirkungsvollem Classroom Management und effizientem Zeitmanagement („time on task“) hierarchisiert konzipiert werden sollten (Brunner, 2018). Solche Überlegungen lassen sich entsprechend auch in einschlägigen Instrumenten zur Erfassung der Qualität von Mathematikunterricht noch nicht erkennen (z. B. Boston & Candela, 2018; Charalambous & Litke, 2018; Schoenfeld et al., 2014).

Auch die fachliche Korrektheit und die Kohärenz des bearbeiteten mathematischen Gegenstands bleiben in vielen Instrumenten zur Einschätzung von Unterrichtsqualität unberücksichtigt oder werden implizit vorausgesetzt. Damit einher geht zudem, dass eine Diskussion hinsichtlich inhaltsbezogener und nicht nur fachspezifischer Qualitätsmerkmale (Brunner, 2018, 2020), wie dies beispielsweise in den inhaltlich ausgestalteten fachlichen Verstehenselementen (Drollinger-Vetter, 2011) oder in inhaltlichen Grundvorstellungen (Salle & Clüver, 2021; vom Hofe, 2003) angelegt ist, derzeit noch aussteht. Inhaltliche Verstehenselemente und Grundvorstellungen basieren auf normativen Grundlagen bezüglich des mathematischen Inhaltes und umreißen den Verstehensgegenstand in seiner Breite und Tiefe. Im Zusammenhang mit fachlicher Korrektheit und Kohärenz als fachspezifischen Qualitätsmerkmalen wäre deshalb theoretisch und empirisch die Frage zu klären, welche und wie viele der den Verstehensgegenstand konstituierenden Verstehenselemente und Grundvorstellungen im Unterricht bearbeitet werden müssen, damit von einem hinreichenden Verstehen aufseiten der Lernenden als unterrichtlicher Wirkung gesprochen werden kann.

Aber auch bezogen auf die zentralen mathematischen Prozesse und die allgemeinen mathematischen Kompetenzen (z. B. Blum, 2006), die im Unterricht gefördert werden, ist eine entsprechende Präzisierung von Unterrichtsqualitätsmerkmalen nach wie vor Desiderat: Geht es beispielsweise um mathematisches Argumentieren, gehören zu den zu berücksichtigenden fachdidaktischen Qualitätsmerkmalen auch die Argumentationsqualität, die Qualität des gemeinsamen Diskurses beim Austauschen, Evaluieren und Validieren von Argumenten sowie die Strenge des Denkens (Brunner, 2020). Im Wesentlichen ist in solchen Situationen ein fach- und kompetenzspezifischer „accountable talk“ (Greeno, 2015) zu initiieren, der Verantwortlichkeit gegenüber der fachlichen Korrektheit des Gegenstands, gegenüber der Lerngemeinschaft und gegenüber der Strenge des Denkens einfordert. Steht im Mathematikunterricht hingegen die Förderung der Kompetenz „Modellieren“ im Zentrum, rücken Qualitätsmerkmale wie Darstellungswechsel (Prediger, 2013) oder Realitätsbezüge in den Fokus.

Ebenfalls noch zu erarbeiten ist derzeit ein Bezug zwischen Qualitätsmerkmalen und den Phasen des intendierten Lernprozesses. Zielt die Mathematikstunde auf intelligentes Üben von Grundoperationen ab, wäre ein aussagekräftiges Qualitätsmerkmal die Anzahl vollzogener Übungsaufgaben im individuellen Grenzbereich (Aebli, 2003) der Schüler*innen. Handelt es sich hingegen um eine Problemlösestunde, rückt ein solches Qualitätsmerkmal in den Hintergrund. Daher sollten Qualitätsmerkmale aus fachdidaktischer Sicht nicht nur auf den Inhalt des Lerngegenstandes und die zu fördernde Kompetenz abgestimmt sein, sondern auch auf die Phase des Lernprozesses Bezug nehmen.

Im Zusammenhang mit Unterrichtsqualität noch deutlich unzureichend erforscht ist derzeit außerdem die Rolle der Lernenden. Betrachtet man Mathematikunterricht nämlich aus einer Angebot-Nutzungs-Perspektive, dürfte davon auszugehen sein, dass auch die Interaktion zwischen Lernenden und Lehrperson sowie die Nutzung des Angebots eine Rolle im Hinblick darauf spielen, wie nachhaltig sich der Unterricht auf die Lernleistung auswirkt. Seidel (2020) schlägt daher vor, sowohl die Angebots- als auch die Nutzungsseite konzeptuell weiter zu schärfen und bezüglich der Nutzungsseite psychologische Theorien zu integrieren. Dies gilt auch für die stärker fachlich-fachdidaktischen ausgeprägten Qualitätsmerkmale.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Mathematikdidaktik kann einen wesentlichen Beitrag zur Erarbeitung von Antworten auf offene Frage zu Merkmalen guten Mathematikunterrichts leisten. Diesbezüglich ist es wichtig, dass der Blick a) auf den Inhalt, b) die

zu fördernde mathematische Kompetenz und c) die Phase des fachlichen Lernprozesses gerichtet wird und dass d) generische Unterrichtsqualitätsmerkmale auch fachlich-fachdidaktisch konzipiert, operationalisiert und schließlich e) von fachlich-fachdidaktischem Personal eingeschätzt werden. Dazu sind f) bereits vorhandene Einschätzungsinstrumente zur Erfassung von Unterrichtsqualität aus Fachsicht zu ergänzen und zu präzisieren sowie g) neue Instrumente für eine stärker fach- und inhaltsbezogene Bestimmung von Unterrichtsqualität zu entwickeln. Eine Verbindung von normativ konstituierten Qualitätsmerkmalen und deren empirischer Überprüfung hilft dabei, den Blick auf den qualitätsvollen Mathematikunterricht zu schärfen und dogmatische Annahmen zu vermeiden. Vor diesem Hintergrund dürfte die Zukunft der Unterrichtsqualitätsforschung in jedem Fall in einer interdisziplinären Betrachtungsweise liegen. Eine solche erfordert selbstbewusste und eigenständige Disziplinen, die sich auf Augenhöhe mit einem gemeinsamen Forschungsvorhaben befassen und die jeweiligen Perspektiven gewinnbringend in eine Gesamtsicht einbringen.

Literatur

- Aebli, H. (2003). *Zwölf Grundformen des Lehrens*. (12. Aufl.). Klett-Cotta.
- Berliner, D. C. (2005). The near impossibility of testing for teacher quality. *Journal of Teacher Education*, 56(3), 205–213.
- Blum, W. (2006). Die Bildungsstandards Mathematik: Einführung. In W. Blum, C. Drüke-Noe, R. Hartung & O. Köller (Hrsg.), *Bildungsstandards Mathematik: Konkret* (S. 14–32). Cornelsen Scriptor.
- Boston, M. & Candela, A. G. (2018). The Instructional Quality Assessment as a tool for reflecting on instructional practice. *ZDM Mathematics Education*, 50(3), 427–444.
- Brunner, E. (2018). Qualität von Mathematikunterricht: Eine Frage der Perspektive. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 39(2), 257–284.
- Brunner, E. (2020). *Unterrichtsqualität aus mathematikdidaktischer Sicht. Habilitationsschrift*. TU München School of Education.
- Brunner, E. & Imhof, A. (2017). Gestaltungsmuster des Mathematikunterrichts in Jahrgangs- und Mehrjahrgangsklassen – Zwei Kantone im Vergleich. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 39(2), 353–374.
- Brunner, E., Kreis, A., Staub, F. C., Schoy-Lutz, M. & Kosorok Labhart, C. (2014). Qualitätssteigerung von Mathematikunterricht dank Fachspezifischem Unterrichtscoaching. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 273–276). Universität Koblenz-Landau.
- Charalambous, C. Y. & Litke, E. (2018). Studying instructional quality by using a content-specific lens: The case of the Mathematical Quality of Instruction framework. *ZDM Mathematics Education*, 50(3), 445–460.
- Drollinger-Vetter, B. (2011). *Verstehenselemente und strukturelle Klarheit*. Waxmann.

- Greeno, J. G. (2015). Classroom talk sequences and learning. In L. B. Resnick, C. S. C. Asterhan & S. N. Clarke (Hrsg.), *Socializing intelligence through academic talk and dialogue* (S. 255–262). AERA.
- Hiebert, J., Gallimore, R., Garnier, H., Givvin, K. B., Hollingsworth, H. & Jacobs, J. (2003). *Teaching mathematics in seven countries. Results from the TIMSS 1999 video study*. U.S. Department of Education. Institute of Education Sciences.
- Hill, H. C., Blunk, M. L., Charalambous, C. Y., Lewis, J. M., Phelps, G. C., Sleep, L. & Ball, D. L. (2008). Mathematical knowledge for teaching and the Mathematical Quality of Instruction: An exploratory study. *Cognition and Instruction*, 26(4), 430–511. <https://doi.org/10.1080/07370000802177235>
- Hugener, I., Pauli, C., Reusser, K., Lipowsky, F., Rakoczy, K. & Klieme, E. (2009). Teaching patterns and learning quality in Swiss and German mathematics lessons. *Learning and Instruction*, 19(19), 66–78.
- Jentsch, A., Schlesinger, L., Heinrichs, H., Kaiser, G., König, J. & Blömeke, S. (2021). Erfassung der fachspezifischen Qualität von Mathematikunterricht: Faktorenstruktur und Zusammenhänge zur professionellen Kompetenz von Mathematiklehrpersonen. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 42(1), 97–121. <https://doi.org/10.1007/s13138-020-00168-x>
- Kaur, B., Anthony, G. & Ohtani, M. (2013). *Student voice in mathematics classrooms around the world*. Sense Publisher.
- Kleickmann, T., Steffensky, M. & Praetorius, A.-K. (2020). Quality of teaching in science education: More than three basis dimensions? *Zeitschrift für Pädagogik*, 66, Beiheft 1/20, 37–55.
- Klieme, E., Lipowsky, F., Rakoczy, K. & Ratzka, N. (2006). Qualitätsdimensionen und Wirksamkeit von Mathematikunterricht. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule* (S. 127–146). Waxmann.
- König, J., Blömeke, S., Jentsch, A., Schlesinger, L., née Nehls, C. F., Musekamp, F. & Kaiser, G. (2021). The links between pedagogical competence, instructional quality, and mathematics achievement in the lower secondary classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 107(1), 189–212. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10021-0>
- Learning Mathematics for Teaching Project. (2011). Measuring the mathematical quality of instruction. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14(1), 25–47. <https://doi.org/10.1007/s10857-010-9140-1>
- Lindmeier, A. & Heinze, A. (2020). Die fachdidaktische Perspektive in der Unterrichtsqualitätsforschung: (Bisher) ignoriert, implizit enthalten oder nicht relevant? *Zeitschrift für Pädagogik*, 66, Beiheft 1/20, 255–268.
- Lipowsky, F. (2006). Auf den Lehrer kommt es an. Empirische Evidenzen für Zusammenhänge zwischen Lehrerkompetenzen, Lehrerhandeln und dem Lernen der Schüler. *Zeitschrift für Pädagogik*, 51, 47–70.
- Lipowsky, F., Drollinger-Vetter, B., Klieme, E., Pauli, C. & Reusser, K. (2018). Generische und fachdidaktische Dimensionen von Unterrichtsqualität. Zwei Seiten einer Medaille? In M. Martens, K. Rabenstein, K. Bräu, M. Fetzer, H. Gresch, I. Hardy & C. Schelle (Hrsg.), *Konstruktionen von Fachlichkeit* (S. 183–202). Klinkhardt.

- Pauli, C., Reusser, K. & Grob, U. (2010). Reformorientierter Mathematikunterricht in der Deutschschweiz. In K. Reusser, C. Pauli & M. Waldis (Hrsg.), *Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsqualität. Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Videostudie zum Mathematikunterricht* (S. 309–339). Waxmann.
- Praetorius, A.-K., Klieme, E., Kleickmann, T., Brunner, E., Lindmeier, A., Taut, S. & Charalambous, C. (2020). Towards developing a theory of generic teaching quality: Origin, current status, and necessary next steps regarding the Three Basic Dimensions Model. *Zeitschrift für Pädagogik*, 66, Beiheft 1/20, 15–36.
- Praetorius, A.-K. & Gräsel, C. (2021). Noch immer auf der Suche nach dem heiligen Gral: Wie generisch oder fachspezifisch sind Dimensionen der Unterrichtsqualität? *Unterrichtswissenschaft*, 49(2), 167–188. <https://doi.org/10.1007/s42010-021-00119-6>
- Praetorius, A.-K., Klieme, E., Herbert, B. & Pinger, P. (2018). Generic dimensions of teaching quality: The German framework of Three Basic Dimensions. *ZDM Mathematics Education*, 50(3), 407–426.
- 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(1), 2–12.
- Prediger, S. (2013). Darstellungen, Register und mentale Konstruktion von Bedeutung und Beziehungen – Mathematikspezifische sprachliche Herausforderungen identifizieren und bearbeiten. In M. Becker-Mrotzek, K. Schramm, E. Thürmann & H.-J. Vollmer (Hrsg.), *Sprache im Fach – Sprachlichkeit und fachliches Lernen* (S. 167–183). Waxmann.
- Renkl, A. (2015). Drei Dogmen guten Lernens und Lehrens: Warum sie falsch sind. *Psychologische Rundschau*, 66(4), 211–220. <https://doi.org/10.1026/0033-3042/a000274>
- Reusser, K. & Pauli, C. (2021). Unterrichtsqualität ist immer generisch und fachspezifisch. Ein Kommentar aus kognitions- und lehr-lerntheoretischer Sicht. *Unterrichtswissenschaft*, 49(2), 189–202. <https://doi.org/10.1007/s42010-021-00117-8>
- Salle, A. & Clüver, T. (2021). Herleitung von Grundvorstellungen als normative Leitlinien – Beschreibung eines theoriebasierten Verfahrensrahmens. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 42(2), 553–580. <https://doi.org/10.1007/s13138-021-00184-5>
- Schlesinger, L., Jentsch, A., Kaiser, G., König, J. & Blömeke, S. (2018). Subject-specific characteristics of instructional quality in mathematics education. *ZDM Mathematics Education*, 50(3), 475–490.
- Schoenfeld, A. H., Floden, R. E., the Algebra Teaching and Mathematics Assessment Project Berkeley & Lansing, E. (2014). *The TRU math scoring rubric*. <http://ats.berkeley.edu/tools.html>
- Seidel, T. (2020). Kommentar zum Themenblock „Angebots-Nutzungs-Modelle als Rahmung“: Quo vadis deutsche Unterrichtsforschung? Modellierung von Angebot und Nutzung im Unterricht. *Zeitschrift für Pädagogik*, 66, Beiheft 1/20, 95–101.
- vom Hofe, R. (2003). Grundbildung durch Grundvorstellung. *mathematik lehren*, 118, 4–8.
- Walkowiak, T. A., Berry, R. Q., Pinter, H. H. & Jacobson, E. D. (2018). Utilizing the M-Scan to measure standards-based mathematics teaching practices: Affordances and limitations. *ZDM Mathematics Education*, 50(3), 461–474.