

Verstehensgrundlagen mit Erklärvideos am Beispiel von Dezimalbrüchen aufbauen

Lia Brüggemeyer, Stephan Hußmann
Technische Universität Dortmund

*Im Laufe der letzten Jahre sind Erklärvideos u.a. zur Aufarbeitung von Lerninhalten immer mehr in den Fokus gerückt. Jedoch sind die Bedingungen und Wirkungsweisen dieser sowie die dadurch initiierten Lernprozesse von Schüler*innen bislang wenig erforscht. Die vorliegende Studie fokussiert Erklärvideos im Bereich der Dezimalbrüche und beschäftigt sich mit der Frage, wie konzeptuelles Wissen in Erklärvideos nachhaltig und gewinnbringend vermittelt und verstanden werden kann.*

Mathe aufholen nach Corona (MaCo)

Der Bedarf an Lernangeboten zur Aufarbeitung von Verstehensgrundlagen und Basiskompetenzen hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Grund dafür sind Lernlücken der Schüler*innen, die unter anderem auch durch die Corona-Pandemie bedingt sind (StäWiko, 2021; Gaidoschik et al., 2021). Dies wird auch in dem neusten IQB-Bildungstrend deutlich (IQB-Bildungstrend, 2022).

Im Rahmen des MaCo-Projekts liegt der Fokus auf der Aufarbeitung von Lernlücken im Fach Mathematik bei Schüler*innen der Primar- und der Sekundarstufe I. Es werden insgesamt 13 modular aufgebaute Förderprogramme und zugehörige Fortbildungsprogramme entwickelt. Darüber hinaus werden fachdidaktische Fördermaterialien entwickelt (DZLM, 2023). Im Vordergrund dieses Artikels steht das Teilmodul: *Verstehensgrundlagen von Dezimalbrüchen* (Schacht et. al., 2023) und die unter anderem darin entstandene Erklärvideo-Reihe (von Brüggemeyer & Hußmann; Produziert von PIU PIU Entertainment).

In der Erklärvideo-Reihe werden Verstehensgrundlagen und Basiskompetenzen zum Dezimalbruchverständnis aufbereitet. Als Verstehensgrundlagen werden unverzichtbare, inhaltliche Vorstellungen und Darstellungen bezeichnet (Prediger et al., 2013). Diese Grundlagen sollten die Schüler*innen beherrschen, um ein nachhaltiges Weiterlernen in der Sekundarstufe zu ermöglichen (Maccini et al., 2007; Moser Opitz, 2007). Verstehensgrundlagen für das Dezimalbruchverständnis bilden zum einen das *erweiterte Stellenwertverständnis* zu dem das *Teil-Ganzes-Konzept*, das *Prinzip der fortgesetzten Bündelung* sowie das *Stellenwertprinzip* gehören. Zum anderen gehört zum Dezimalbruchverständnis das *elementare Bruchverständnis* (Sprenger, 2018; Padberg & Wartha, 2017). Diese beiden tragenden Säulen des Dezimalbruchverständnisses werden in der Erklärvideo-Reihe aufbereitet und visualisiert.

Design der Erklärvideos

Aus mediendidaktischer Perspektive definiert Wolf (2015) Erklärvideos als selbst erstellte, kurze Filme, in denen einerseits praktische Anleitungen gegeben, bestimmte Handlungen durchgeführt oder andererseits abstrakte Konzepte und Zusammenhänge erklärt werden. Der Fokus kann auf prozeduralem oder auf konzeptuellem Wissen liegen (Korntreff & Prediger, 2021).

Die hier diskutierten Erklärvideos zeichnen sich durch einen Dialog zwischen zwei fiktiven Charakteren aus, der von einer begleitenden Off-Stimme kommentiert wird. Der inhaltliche Aufbau der Erklärvideos erstreckt sich über die gesamte Reihe und wurde unter Verwendung von vier Gestaltungsprinzipien konzipiert:

- Verstehensorientierung
- Kommunikationsförderung
- Darstellungsvernetzung
- Explizites negatives Wissen

Die *Verstehensorientierung* bezieht sich auf die Bereitstellung des zu vermittelnden Wissens, wobei ein inhaltliches und anschauliches Verständnis im Vordergrund steht. Dieses Prinzip ermöglicht den Aufbau von konzeptuellem Wissen (Prediger et al., 2014). In diesem Artikel wird dieses Gestaltungsprinzip anhand einer Bilderfolge exemplarisch betrachtet (vgl. Abb. 1-5). In dem ersten Erklärvideo, welches das Verständnis der Stellenwerte von Dezimalbrüchen thematisiert, wird der *dynamische Zahlenstrahl* eingeführt und im Weiteren genutzt. Dynamisch ist der Zahlenstrahl in dem Sinne, dass das „Hineinzoomen“, das Auseinanderziehen visualisiert (vgl. Abb. 2). Das Auseinanderziehen trägt dazu bei, das *Konzept der Dichte* zu fördern, welches zeigt, dass zwischen zwei Zahlen unendlich viele weitere Zahlen liegen (u.a. Schmassmann, 2009; Padberg & Wartha, 2017). Durch die Verwendung des Auseinanderziehens kann in verschiedene Bereiche des Zahlenstrahls „gezoomt“ werden, um Zahlen dazwischen sichtbar zu machen. Im Hinblick auf die inhaltliche Bedeutung der Stellenwerte bedeutet dies, dass zwischen zwei Zehnteln sowohl zehn Hundertstel als auch 100 Tausendstel und so weiter liegen können (in Anl. an Sprenger & Hußmann, 2014) (vgl. Abb. 1-5). Die inhaltliche Bedeutung der Stellenwerte wird durch verschiedene Elemente wie Pfeile, Farben und ähnliches veranschaulicht. Beziehungen zwischen den Stellenwerten werden durch Bündelungen dargestellt. Dadurch wird das *Prinzip der fortgesetzten Bündelung* realisiert, beispielsweise durch die Bündelung von „zehn Hundertstel Pfeilen“ zu „einem Zehntel Pfeil“ (vgl. Abb. 4). In den Erklärvideos besitzen die einzelnen Stellenwerte verschiedene Farben, die so die *Stellenwert-Eigenschaft* des Stellenwertprinzips veranschaulichen (vgl. Abb. 7). Die Abbildungen 1-5 verdeutlichen den Prozess des Auseinanderziehens des Zahlenstrahls anhand eines Beispiels. In der Bilderfolge wird der Bereich zwischen null und $\frac{1}{10}$ auseinandergezogen, um die darin liegenden Hundertstel zu sehen und den Zusammenhang zwischen Zehnteln und Hundertsteln zu verstehen (vgl. Abb. 2-5). Dadurch wird das *Konzept der Dichte* sowie das *Prinzip der fortgesetzten Bündelung* angesprochen.

Ein weiteres Gestaltungsprinzip ist die *Kommunikationsförderung*, dieses betont die Bedeutung des Austauschs unter den Schüler*innenpaaren (vgl. Abb. 6). Durch die Zusammenarbeit und Kommunikation kann das Denken angeregt und somit der Aufbau des Verständnisses gefördert werden (Prediger et al., 2014).

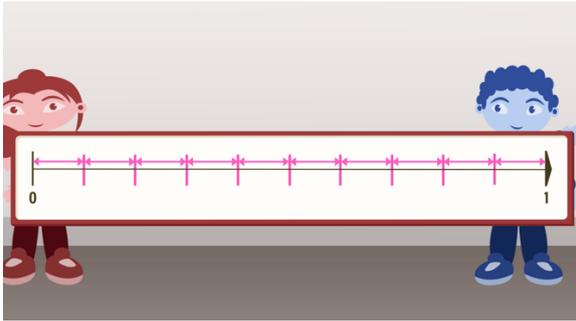


Abbildung 4: Bilderfolge aus dem Erklärvideo 1. Dynamisierung des Zahlenstrahls. Zwischen 0 und 1 passen 10 (pinke) Zehntel Pfeile.

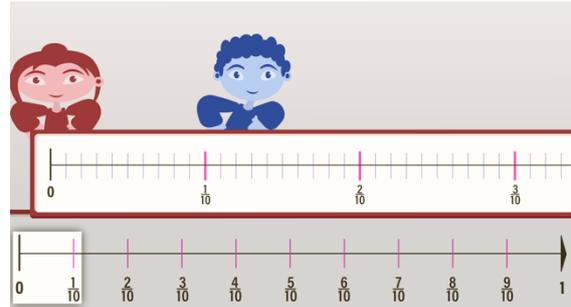


Abbildung 5: Bilderfolge aus dem Erklärvideo 1. Auseinanderziehen von $0 - \frac{1}{10}$. Die Lupe zeigt den Bereich an, welcher oben vergrößert angezeigt wird.

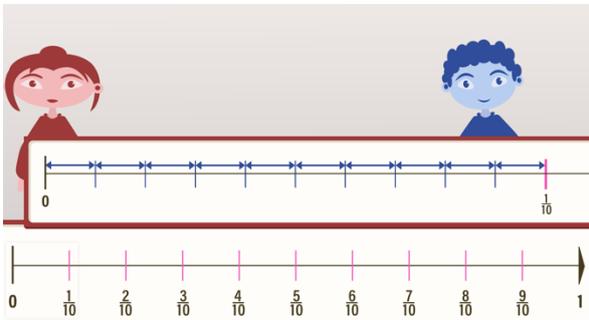


Abbildung 6: Bilderfolge aus dem Erklärvideo 1. Zahlenstrahl zwischen 0 und $\frac{1}{10}$. Zwischen diesen Bereich passen 10 (blaue) Hundertstel Pfeile. Hinführung zu den Hundertsteln.

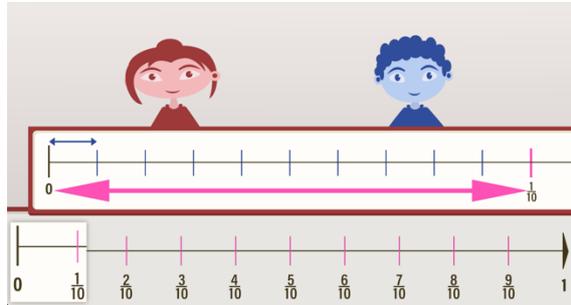


Abbildung 7: Bilderfolge aus dem Erklärvideo 1. Erklärung zu den Hundertsteln. In ein Zehntel passen 10 Hundertstel → In einen Zehntel (pinken) Pfeil passen 10 Hundertstel (blaue) Pfeile.

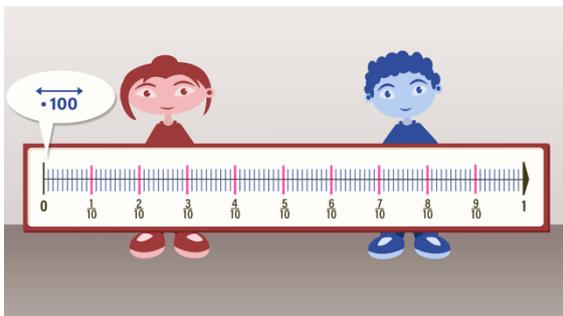


Abbildung 8: Bilderfolge aus dem Erklärvideo 1. Zahlenstrahl zwischen 0 und 1. Zwischen diesen Bereich passen 100 (blaue) Hundertstel Pfeile. Bedeutung des Stellenwerts.



Abbildung 9: Ein Schülerpaar bei der Arbeit mit den Erklärvideos.

Das Prinzip der *Darstellungsvernetzung* konzentriert sich auf die Integration und Vernetzung verschiedener Darstellungsformen in den Erklärvideos. In den Videos werden folgende Darstellungen integriert und vernetzt: die formal-symbolische Darstellung, die erweiterte Stellenwerttafel und der Zahlenstrahl (u.a. Padberg & Wartha, 2017). In der Abbildung 7 wird eine Auswahl von verschiedenen Darstellungsformen aus einem Erklärvideo gezeigt.

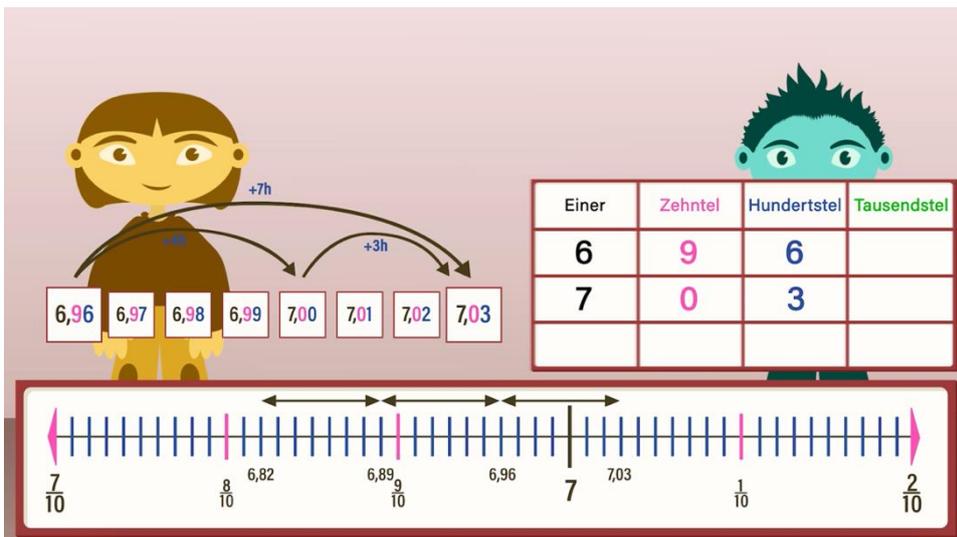


Abbildung 10: Screenshot aus dem Erklärvideo 2: Nachbarzahlen von Dezimalbrüchen angeben und in Schritten zählen. Beispiel für das Gestaltungsprinzip: Darstellungsvernetzung.

Das letzte Gestaltungsprinzip befasst sich mit der Thematisierung von *nicht tragfähigen Denkweisen*. Es wird bewusst die Einbeziehung solcher alternativen Denkweisen angestrebt, um die Schüler*innen zur Reflexion anzuregen (Steuer, 2014). Ein Beispiel dafür ist die *Komma-trennt* Vorstellung, bei der die Zahlen vor und nach dem Komma als zwei natürliche Zahlen betrachtet werden (u.a. Heckmann, 2006; Padberg & Wartha, 2017; Resnick et al., 1989). Im Erklärvideo 3 beispielsweise werden die beiden Charaktere genutzt, um nicht tragfähige Vorstellungen explizit zu machen und in einem konstruktiven Dialog eine Lösung bzw. eine tragfähige Vorstellung zu generieren (vgl. Abb. 8). Das gezeigte Beispiel ist typisch für das Aufkommen dieser nicht tragfähigen Vorstellung. Mit Hilfe des Zahlenstrahls und der

Stellenwerttafel wird dieser Vorstellung entgegengewirkt und der korrekte Vergleich visualisiert (vgl. Abb. 9).



Abbildung 11: Screenshot aus Erklärvideo 3: Dezimalbrüche vergleichen und der Größe nach ordnen. Beispiel für das Gestaltungsprinzip: Explizit negatives Wissen.

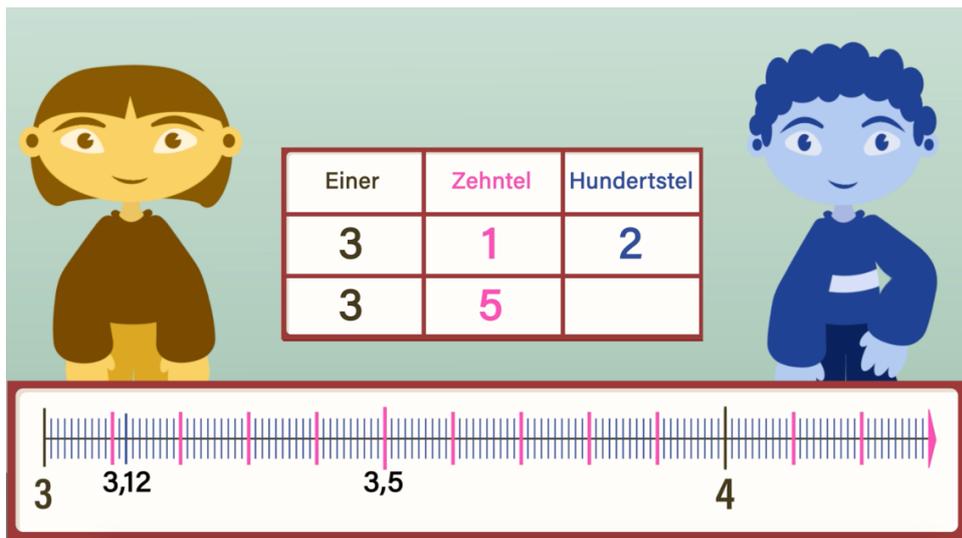


Abbildung 12: Screenshot aus Erklärvideo 3: Dezimalbrüche vergleichen und der Größe nach ordnen.

Die Gestaltungsprinzipien wurden für die gesamte Erklärvideo-Reihe implementiert und die Wirksamkeit wurde in Design-Experimenten (Hußmann et al., 2013) untersucht und sollen im Rahmen einer Interventionsstudie weiter untersucht werden.

Forschungsdesign

Im Rahmen von Design-Experimenten wurden in zwei Durchgängen erst drei und dann zwei Paarinterviews mit zehn Schüler*innen aus zwei 6. Klassen einer Real- und einer Hauptschule durchgeführt. Bei der Bearbeitung der Erklärvideos arbeiteten die Schüler*innen in Tandems. Mit jedem Tandem wurde eine Eingangs- und Ausgangsstandortbestimmung durchgeführt sowie eine Interviewsitzung á 45 Minuten. Bei der Interviewsitzung wurde das Erklärvideo

gesichtet und Aufgaben bearbeitet. Für die Eingangs- und Ausgangsstandortbestimmung wurde die Standortbestimmung – D1A aus dem *Mathe sicher können Material* genutzt (Schink et al., 2014). Dieses Design wurde so gewählt, um erste Erkenntnisse zu den gewählten Gestaltungsprinzipien sowie Gelingensbedingungen und Hürden innerhalb des Lernprozesses zu gewinnen. Mit Hilfe von inferentialistischen Analysen von Begriffsbildungsprozessen (Hußmann et al., 2018) innerhalb der Interviews wurden die Begründungsnetze der Schüler*innen rekonstruiert. Auf Basis der Erkenntnisse aus den Analysen der Interviews, erfolgte im Anschluss eine Überarbeitung des Erklärvideos 1: *Stellenwerte von Dezimalbrüchen verstehen*. Anschließend fand eine weitere Erprobung mit dem überarbeiteten Erklärvideo 1 statt, um eine erneute Überprüfung der Gestaltungsprinzipien und ihrer Auswirkungen durchzuführen.

Im nächsten Schritt ist die Durchführung einer Interventionsstudie geplant, um einerseits die Herausforderungen und andererseits auch die Chancen der Lernprozesse mit Erklärvideos im Bereich des Dezimalbruchverständnisses zu ermitteln. Zu diesem Zweck wird ein Prä-, Post- und Follow-Up-Test entwickelt und eingesetzt, um die Wirksamkeit der Intervention (dem Einsatz der Erklärvideos) hinsichtlich der Vermittlung von konzeptuellem Wissen zu überprüfen (Döring & Bortz, 2016). Ziel ist es, potenzielle nicht tragfähige Vorstellungen und Kompetenzen der Schüler*innen u.a. im Bereich der Erweiterung des Zahlenbereichs zu identifizieren und mit Hilfe der Erklärvideos zu fördern.

Erste Erkenntnisse und Fazit

Durch die Design-Experimente konnten erste Erkenntnisse bezüglich der Konzeption und des Einsatzes der Erklärvideos gewonnen werden. In den Erklärvideos wurden grundlegende Inhalte des Dezimalbruchverständnisses aufbereitet und im Vergleich zu alternativen Vorstellungen dargestellt. Durch die Einbeziehung der nicht-tragfähigen Denkweisen zeigte sich, dass der kommunikative Austausch der Schüler*innen gefördert und damit das Denken angeregt wird (vgl. Abb. 8-9). Die Verknüpfung von verbalen, symbolischen, numerischen und grafischen Elementen unterstützte den Aufbau der Verstehensgrundlagen. Insbesondere der Einsatz des dynamischen Zahlenstrahls (vgl. Abb. 1-5) trug dazu bei, die Vorstellung der Dichtheit der Zahlen sowie das Verständnis für die Stellenwerte von Dezimalbrüchen zu fördern. Im Rahmen der durchgeführten Design-Experimente erfolgte eine Überarbeitung des dynamischen Zahlenstrahls in Bezug auf die Herausarbeitung verstehensorientierter Aspekte. Die Modifikation hatte einen positiven Einfluss auf das Verständnis des Zusammenhangs der Stellenwerte.

Diese vorliegenden Erkenntnisse stellen jedoch nur den ersten Schritt dar, um valide Aussagen über die entwickelten Gestaltungsprinzipien zu treffen. Für eine fundierte Bewertung und Analyse bedarf es zusätzliche umfangreichere Untersuchungen. Im nächsten Schritt folgt die Interventionsstudie, in der weitere Analysen folgen.

Quellenangaben

Brüggemeyer, L. & Hußmann, S. (2023): *Erklärvideo-Reihe: Verstehensgrundlagen von Dezimalbrüchen* [Video] (unveröffentlicht).

DZLM - Deutsches Zentrum für Lehrerbildung (2023, 10. Juli). *MaCo – Mathematik aufholen nach Corona. Projektinfos*. <https://maco.dzlm.de/projektinfos>

- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation* (5. Aufl.). Springer.
- Gaidoschik, M., Moser Opitz, E., Nührenbörger, M. & Rathgeb-Schnierer, E. (2021). Besondere Schwierigkeiten beim Mathematiklernen. *Special Issue der Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 47(111S), 3–19. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.15952.64004>
- Heckmann, K. (2006). *Zum Dezimalbruchverständnis von Schülerinnen und Schülern. Theoretische Analyse und empirische Befunde*. Logos Verlag.
- Hußmann, S., Schacht, F. & Schindler, M. (2018). Tracing conceptual development in mathematics: epistemology of webs of reasons. *Mathematics Education Research Journal*, 31, 133–149. <https://doi.org/10.1007/s13394-018-0245-7>
- Hußmann, S., Thiele, J., Hinz, R., Prediger, S. & Ralle, B. (2013). Gegenstandsorientierte Unterrichtsdesigns entwickeln und erforschen – Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell. In M. Komorek & S. Prediger (Hrsg.), *Der lange Weg zum Unterrichtsdesign: Zur Begründung und Umsetzung genuin fachdidaktischer Forschungs- und Entwicklungsprogramme* (S. 25-42). Waxmann.
- IQB-Bildungstrend (2022). *Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe im dritten Ländervergleich*. Waxmann.
- Korntruff, S. & Prediger, S. (2021). Verstehensangebote von YouTube-Erklärvideos – Konzeptualisierung und Analyse am Beispiel algebraischer Konzepte. *Journal für Mathematikdidaktik*, 43, 281–310. <https://doi.org/10.1007/s13138-021-00190-7>
- Maccini, P., Mulcahy, C. A. & Wilson, M. G. (2007). A follow-up of mathematics interventions for secondary students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 22(1), 58–74. <https://doi.org/10.1111/J.1540-5826.2007.00231.X>
- Moser Opitz, E. (2007). *Rechenschwäche/Dyskalkulie. Theoretische Klärungen und empirische Studien an betroffenen Schülerinnen und Schülern*. Haupt.
- Padberg, F. & Wartha, S. (2017). *Didaktik der Bruchrechnung*. (5. Aufl.). Springer Spektrum.
- Prediger, S., Freeseemann, O., Moser Opitz, E. & Hußmann, S. (2013). Unverzichtbare Verstehensgrundlagen statt kurzfristige Reparatur – Förderung bei mathematischen Lernschwierigkeiten in Klasse 5. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 55(51), 12–17.
- Prediger, S., Selter, C., Hußmann, S. & Nührenbörger, M. (2014). *Mathe sicher können. Brüche, Prozente, Dezimalzahlen. Handreichungen für ein Diagnose- und Förderkonzept zur Sicherung mathematischer Basiskompetenzen*. Cornelsen.
- Resnick, L. B., Nesher, P., Leonard, F., Magone, M., Omanson, S. & Peled, I. (1989). Conceptual bases of arithmetic errors: The case of decimal fractions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(1), 8–27.
- Schacht, F., Sprenger, L., Hußmann, S., Erbay, S. & Brüggemeyer, L. (2023, 10. Juli). Verstehensgrundlagen von Dezimalbrüchen verstehen (Jhg. 5-7). <https://maco.dzlm.de/verstehensgrundlagen-von-dezimalbruechen>
- Schink, A., Sprenger, L. & Pöhler, B. (2014). Standortbestimmungen (Diagnosebausteine). In S. Prediger, C. Selter, S. Hußmann & M. Nührenbörger (Hrsg.), *Mathe sicher können. Brüche, Prozente, Dezimalzahlen. Handreichungen für ein Diagnose- und Förderkonzept zur Sicherung mathematischer Basiskompetenzen* (S. 175). Cornelsen.
- Schmassmann, M. (2009). „Geht das hier ewig weiter?“ In Fritz, A. & Schmidt, S. (Hrsg.), *Fördernder Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I. Rechenschwierigkeiten erkennen und überwinden*. (S. 167–185). Beltz Praxis.
- Sprenger, L. & Hußmann, S. (2014). Stellenwerte von Dezimalzahlen verstehen. In S. Prediger & C. Selter & S. Hußmann & M. Nührenbörger (Hrsg.), *Mathe sicher können. Brüche, Prozente, Dezimalzahlen. Handreichungen für ein Diagnose- und Förderkonzept zur Sicherung mathematischer Basiskompetenzen*. (S. 101–112). Cornelsen.
- Sprenger, L. (2018). *Zum Begriff des Dezimalbruchs. Eine empirische Studie zum Dezimalbruchverständnis aus inferentialistischer Perspektive*. Springer Spektrum.

- Steuer G. (2014). *Fehlerklima in der Klasse. Zum Umgang mit Fehlern im Mathematikunterricht*. Springer Verlag.
- StäwiKo - Ständige wissenschaftliche Kommission der KMK (2021). *Pandemiebedingte Lernrückstände aufholen – Unterstützungsmaßnahmen fokussieren, verknüpfen und evaluieren*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/KMK/SWK/2021/2021_06_11-Pandemiebedingte-Lernruckstaende-aufholen.pdf
- Wolf, K.D. (2015). Bildungspotenziale von Erklärvideos und Tutorials auf YouTube. *Medien + Erziehung*, 1(59), 30–36.