

Dialogisch-entwickelnde Lernprozesse zwischen pädagogischer Fachperson und Kindergartenkind bei der Betrachtung eines Bilderbuchs mit mathematischem Gehalt

Mita Ray

Angenommen: 20. Juni 2025 / Online publiziert: 11. Juli 2025
© The Author(s) 2025

Zusammenfassung Frühe mathematische Kompetenzen im Kindergarten gelten als Prädiktor für spätere Mathematikleistungen. Vor dem Hintergrund eines ko-konstruktivistischen Lehr-Lernverständnisses zeigt sich, dass dialogisch-entwickelnde Lernprozesse zwischen der pädagogischen Fachperson und dem Kind beim Aufbau mathematischer Kompetenzen wirksam sein können, was die Gesprächsgestaltung der Fachperson in den Fokus rückt. Eine adaptive Lernbegleitung und die Nutzung kindlicher Deutungen für die Bearbeitung mathematischer Themen sind zentrale Elemente in der frühen mathematischen Bildung. Die Studie untersucht mit dem Verfahren der Interaktionsanalyse Fachperson-Kind-Dialoge bei der Betrachtung eines mathemathikhaltigen Bilderbuchs. Dabei ist die Frage leitend, wie die Fachperson das mathematische Gespräch gestaltet und den entsprechenden Lernprozess des Kindes unterstützt, wenn es zu Irritationen oder Fehlern seitens des Kindes kommt. Es zeigt sich, dass die Fachpersonen kaum auf Deutungen des Kindes eingehen, sondern durch Instruktionen anhand unterschiedlicher Darstellungsebenen teils ohne verbalisierte Referenzbezüge mathematische Denkprozesse anleiten.

Schlüsselwörter Kindergarten · Mathematik · Fachperson-Kind-Dialog · Bilderbuch

✉ Mita Ray, MA
Pädagogische Hochschule St. Gallen, Institut Frühe Bildung 0 bis 8, St. Gallen, Schweiz
E-Mail: mita.ray@phsg.ch

Dialogue-developing learning processes between the educational professional and the kindergarten child when looking at a picture book with mathematical content

Abstract Early maths skills in kindergarten are considered a predictor of later maths performance. Against the background of a social constructivist understanding of teaching and learning, it can be seen that dialogue-based learning processes between the educational professional and the child can be effective in building mathematical skills, which puts the focus on the professional's dialogue design. Adaptive learning support and the utilisation of children's interpretations for the processing of mathematical topics are central elements in early mathematical education. The study uses the method of interaction analysis to examine the dialogue between specialist and child when looking at a picture book containing mathematics. The guiding question here is how the professional organises the mathematical conversation and supports the child's learning process in the event of irritation or errors on the part of the child. It is evident that the professionals rarely respond to the children's interpretations, but instead guide their mathematical thinking through instructions and different levels of representation without verbal references.

Keywords Kindergarten · Mathematics · Professional-child dialogue · Picture book

1 Einleitung

Frühe mathematische Kompetenzen sind wichtig für spätere Mathematikleistungen (Schneider 2008). Vor allem das Mengen- und Zahlenwissen von Kindern im Übergang vom Kindergarten in die Grundschule ist ein wichtiger Prädiktor für spätere mathematische Kompetenzen (Krajewski 2003). In der frühen Bildung ist das Mathematiklernen dann besonders effektiv, wenn Wissen im sozialen Austausch bzw. dialogisch-entwickelnd aufgebaut wird (Vogler 2020) und es Fachpersonen gelingt, das Kind aktiv in den Lernprozess einzubinden (Krammer 2009; Schuler 2013). Untersuchungen zeigen, dass bei materialgestützten Settings wie auch bei formal offenen Situationen die Qualität der sprachlichen Lernbegleitung bedeutsam ist (Wullschlegler und Stebler 2017; Streit 2018; Vogler 2020). Dabei rückt die Fachkompetenz der Fachperson in den Fokus, wie im Kompetenzmodell von Gasteiger und Benz (2016) beschrieben ist. Vor allem bei kindlichen Fehldeutungen und Irritationen im mathematischen Lernen ist das nachfolgende Handeln der Fachperson zentral (Nolte 2020).

2 Theorie

Wirksame frühe Bildungsprozesse sind dialogische Aushandlungen, bei denen die Beteiligten eine gemeinsame Vorstellung über einen Inhalt entwickeln. So angeregte Denkprozesse können den Wissensaufbau des Kindes unterstützen (Siraj-Blatchford

et al. 2003). Entscheidend dabei ist, dass die Lernbegleitung adaptiv erfolgt (Gasteiger und Benz 2016).

2.1 Adaptive Lernbegleitung im mathematischen Anfangsunterricht

Bei der adaptiven Lernbegleitung wird der Bedarf des Kindes erfasst und ihm eine Unterstützung angeboten, die es weder unter- noch überfordert, sodass Lernfortschritte in der von Lew Wygotskys definierten und für die Frühpädagogik wichtigen (Krammer 2017; Schuler 2013; Hopf 2012; Vogler 2020) *Zone der nächsten Entwicklung* gemacht werden können. Dabei soll die Fachperson Präkonzepte des Kindes kennen (Gasteiger 2017) und über explizites Wissen zu mathematischen Konzepten, kindlichen Entwicklungsprozessen und pädagogisch-didaktischem Handeln verfügen (Gasteiger und Benz 2016). Sie erkennt Lerngelegenheiten, lenkt die Aufmerksamkeit des Kindes auf ein dem Lernfokus entsprechendes Phänomen und ermöglicht ihm so, zu explorieren und eigene Lösungswege zu finden (Schuler et al. 2017). Dabei hält sie sich mit vorschnellen Deutungen und verbalem Eingreifen zurück (Krammer 2017; Textor 2012), vielmehr nutzt sie verbale Unterstützungsstrategien und ein adaptives *Scaffolding* (Pfister 2016), damit das Kind ähnliche Anforderungen zukünftig selbständig bewältigen kann. Beim Konzept *Scaffolded individualisation* von Sfard (2008) wird das Kind in einen mathematischen Diskurs mit einem kompetenteren Gegenüber eingebunden und an „mathematische Routinen“ (Tiedemann 2016, S. 7), wie z.B. das Vergleichen von Mengen, beteiligt. Zunächst steht das soziale Miteinander im Fokus; danach folgen mathematische Exploration, das Verstehen und Formulieren mathematischer Deutungen. Die Fachperson beteiligt sich kindzentriert an den Aktivitäten, regt kognitiv an und lässt Ideen und mathematische Konventionen einfließen (Tiedemann 2016).

2.2 Umgang mit Fehlern und Irritationen im Lernprozess

Eigene Lösungswege sind für das Mathematiklernen bedeutsam (Schuler et al. 2017). Dabei auftretende Fehlüberlegungen können für den weiteren Lernprozess genutzt werden (Benz et al. 2015), indem die Fachperson die Gedanken und Kreativität des Kindes würdigt, Vorwissen aktiviert, Wissenslücken erkennt und durch adaptives Scaffolding den Lernprozess unterstützt (Burmeister 2024); gezielte Fragen vermögen Fehlerursache bzw. Fehlermuster zu erfassen (Wullschleger 2017). Geringfügige Fehler können ignoriert oder, wenn sie den Lösungsprozess stören, direkt korrigiert werden (Wullschleger 2017). Das Spannungsfeld zwischen kindlicher Invention und mathematischer Konvention (z. B. Zählprinzipien) kann für die Fachperson herausfordernd sein, dennoch wird als wichtig erachtet, dass das Kind auch beim Aufbau von Basiskompetenzen eigene Strategien nutzen darf (Benz et al. 2015). Irritationen als Störung eingespielter Wahrnehmungs-, Denk- oder Handlungsweisen, können laut Bähr et al. (2019) für ein erfahrungsbasiertes, individuelles Lernen im Fachunterricht verwendet werden, wenn sie „in einer Ausbalancierung von Zuviel und Zuwenig“ (S. 31) eingesetzt werden, herausfordernd sind und sich das Kind darauf einlässt. Irritation führt zur Verlangsamung schneller Deutungsprozesse (Bähr et al. 2019) und ermöglicht, die eigenen und die Deutungen des Gegenübers neu zu struk-

turieren, verbalisieren und mathematischen Konventionen anzupassen (Tiedemann 2016).

2.3 Bedeutung von Sprache im in Mathematikdidaktik

Die Sprache übernimmt im mathematischen Lehr-Lernprozess eine repräsentative, kognitive und kommunikative Funktion und macht mathematische Phänomene, Ideen und Prozesse sicht- und erfahrbar (Meyer und Tiedemann 2017). Ihre repräsentative Funktion ist im *EIS-Prinzip* von Jérôme Bruner beschrieben, bei welchem mittels drei gleichwertiger Repräsentationsebenen (enaktiv, ikonisch, symbolisch) mathematische Inhalte abgebildet werden. Die enaktive Darstellung meint das physische Handeln am konkreten Objekt, bei der ikonischen werden mathematische Sachverhalte bildlich dargestellt und die symbolische Repräsentation visualisiert mathematische Inhalte mit durch Konventionen festgelegten Zeichen. Dieses Prinzip ermöglicht dem Kind ein vertieftes Verständnis über einen Sachverhalt und einen Zugang zu einem Denken über Mögliches und Unmögliches, was für das mathematische Lernen zentral ist (Meyer und Tiedemann 2017). Sfard (2008) zeigt, dass mathematische Inhalte im Diskurs multimedial repräsentiert werden können. Dazu zählt er auch das Rechnen mit den Fingern, das die numerische Entwicklung der Kinder positiv beeinflussen kann (Moeller und Nuerk 2012).

Sprache dient als Werkzeug des Denkens, indem Erkenntnisse über abstrakte Objekte, Relationen und Prozesse in Begriffe und Symbole verdichtet, reflektiert und neu geordnet werden (Krammer 2009). Hasemann und Gasteiger (2020) verweisen auf den für die Verinnerlichung einer mathematischen Idee notwendigen Prozess des inneren Sprechens, der neben der Verarbeitung sprachlicher Informationen (Hasselhorn 2011), auch für die Begriffsbildung, den Wissensaufbau, das Erkennen von mathematischen Mustern und Beziehungen wichtig ist. Die kommunikative Funktion verleiht einem Sachverhalt „eine zusätzliche Tiefe“ (Meyer und Tiedemann 2017, S. 43). Hasemann und Gasteiger (2020) vermuten, dass mathematische Verfahren und Einsichten erst durch Verbalisierung, etwa in einem Gespräch, verfügbar werden.

2.4 Das mathematische Gespräch mit Bilderbüchern

Das mathematische Gespräch oder Math Talk (Tiedemann 2012) bezeichnet eine multimodale Interaktion mit mathematischem Gehalt, in der in formellen wie informellen Settings mathematisches Wissen aufgebaut werden kann (Streit 2020). Die Metastudie von Silver et al. (2024) zu Eltern-Kind-Gesprächen zeigt insgesamt positive Effekte auf die mathematischen Fähigkeiten der Kinder. Der stärkste Zusammenhang zwischen Mathematikgesprächen und Mathematikkenntnissen wird deutlich bei den Drei- bis Fünfjährigen. Die Studie von Payne (2024) belegt, dass sich in Spielsettings mit bewusst eingesetzter mathematischer Sprache, das allgemeine Mathematikwissen von jungen Kindern verbessert. Math Talk beinhaltet ein konkretes Objekt, das mathematisches Denken evoziert, mathematische Fachsprache und Theorien sowie wiederkehrende Strukturen und Muster im Dialog (Sfard 2008). Bilderbücher können Math Talk anstossen (Tiedemann 2012). Das Bildmaterial muss vom Kind erfasst, geordnet, transformiert und mit Erfahrungen verknüpft werden,

um mathematisches Verstehen zu ermöglichen (Meyer und Tiedemann 2017). Laut Vogtländer (2019) eignet sich für die Bilderbuchbetrachtung das *Dialogic reading* (Whitehurst et al. 1988), das das Kind stark einbezieht. Die Fachperson hört aktiv zu, greift Beiträge des Kindes auf, gibt Impulse, stellt kognitiv aktivierende Fragen, formuliert Hypothesen (Whitehurst et al. 1988). Van den Heuvel-Panhuizen und Elia (2013) adaptieren dieses Konzept für den mathematischen Anfangsunterricht, indem sie in ihrer Studie die Fachperson dazu auffordern, mit dem Kind mathematische Aspekte im Bilderbuch zu thematisieren und vorgegebene, dialoganregende Äußerungen zu verwenden. Die Analyse ergab, dass sich das *Dialogic reading* positiv auf mathematische Leistungen auswirken kann. Björklund und Palmér (2020) belegen, dass Vorschulkinder auf die Unterstützung der Fachperson angewiesen sind, um numerische Themen im mathematischen Bilderbuch zu verbalisieren. Torbeyns et al. (2024) zeigen in ihrer Studie mit Vorschulkindern, dass mathematische Bilderbücher mehr Interaktionen ermöglichen als Nicht-mathematische, das Abstraktionsniveau aber nicht höher ist.

3 Ableitung der Forschungsfrage

Mit Blick auf die Bedeutung adaptiver Lernbegleitung im mathematischen Lernprozess in formal offenen und materialgestützten Situationen untersucht diese Studie die professionelle Lernbegleitung in der 1:1 Fachperson-Kind-Interaktion. Da die Lernunterstützung nach Auftreten eines Fehlers oder einer Irritation bedeutsam ist, wird dieser Moment fokussiert.

Die Forschungsfrage lautet:

Wie gestaltet die pädagogische Fachperson das Gespräch mit einem Kindergartenkind bei der gemeinsamen Betrachtung eines Bilderbuches mit mathematischem Gehalt, wenn es seitens des Kindes zu Irritationen oder Fehldeutungen im Bereich der Mengen und Zahlen kommt?

Die Relevanz der Fragestellung ergibt sich aus dem bestehenden Interesse für prozessuale Faktoren bei der Vermittlung mathematischer Inhalte, dem jedoch bislang nur wenige empirische Analysen zu Mikroprozessen und Bedingungsfaktoren in der Fachperson-Kind-Interaktion nachkommen (Vogler 2020; Streit 2020).

4 Methodisches Vorgehen

Zur Beantwortung der Fragestellung wird ein qualitatives Vorgehen gewählt, das über die Analyse der Gespräche mittels umfassender Deskription und Interpretation, das (Sprach-)handeln der Fachperson und damit die Frage nach dem *Wie* des interaktiven Aushandlungsprozesses fokussiert.

4.1 Sampling

Im Rahmen einer Gelegenheitsstichprobe wurden fünf Lehrpersonen bestimmt, die in einem Vorgespräch dazu aufgefordert wurden, für die Videoanalyse zwei Kinder

mit unterschiedlichen Kompetenzniveaus im Themenbereich Mengen und Zahlen auszuwählen und mit ihnen ein mathematisches Bilderbuch zu betrachten.

Die 10 Lehrperson-Kind-Dyaden stammen aus fünf verschiedenen Kindergärten der Volksschule in der Deutschschweiz. Der Kindergartenbesuch ist in der Schweiz obligatorisch. Der Unterricht ist lehrplanorientiert, fächerübergreifend sowie spielbasiert und wird von Lehrpersonen mit Hochschulabschluss geführt. Für die Studie sollen die Fachpersonen über einen Abschluss an einer Pädagogischen Hochschule in der Schweiz, mehrjährige Berufserfahrung, Praxiserfahrung im Anfangsunterricht Mathematik verfügen und eine direkte Bezugsperson im Lern- und Entwicklungsprozess der beteiligten Kinder sein.

Alle Lehrpersonen sind weiblich. Vier sind Klassenlehrpersonen, eine ist als schulische Heilpädagogin tätig. An der Studie sind fünf Mädchen und fünf Knaben beteiligt. Zum Zeitpunkt der Datenerhebung sind die Kinder zwischen 4;10 und 6;7 Jahre alt. Bei neun Kindern ist die Familiensprache Schweizerdeutsch; bei einem Kind wird neben der dominanten Sprache Hochdeutsch auch Tschechisch gesprochen. Für die Kinder war die Teilnahme an der Bilderbuchbetrachtung freiwillig. Im Vorfeld wurde eine elterliche Einwilligung eingeholt.

4.2 Materialien

Für die Wahl des Bilderbuches war relevant, ob damit Mengen und Zahlen identifiziert sowie entsprechende Begriffe, Verfahren oder Konzepte erkundet werden können, sodass ein Zusammenspiel von Material, Erwachsener:m und Kind situativ entsteht (Schuler 2013). Das ausgewählte Wimmelbuch *Kinder begegnen Mathematik* für Kinder ab vier Jahren des Lehrmittelverlags Zürich (LMVZ 2020) enthält die im Lehrplan beschriebenen, mathematischen Inhalte und Aktivitäten und bildet die Erlebniswelt des Kindergartenkindes ab.

4.3 Datenerhebung und Datenaufbereitung

Die Datenerhebung erfolgte im Feld, um den Forschungsgegenstand in möglichst natürlichem Kontext zu untersuchen (Mayring 2016). Als Methode wurde die videobasierte Beobachtung gewählt, da sie die Gestaltung der 1:1 Interaktion abbildet (Helmke 2017) und die Daten für die Analyse reproduzierbar macht (Lamnek und Krell 2016). Weiter erfasst sie die Interaktion multimodal, was eine wichtige Ressource bei sprachwissenschaftlichen Untersuchungen darstellt (Stukenbrok 2013), da nonverbale Elemente zur bestätigenden, relativierenden oder korrigierenden Interpretation der verbalen Äusserungen herangezogen werden können (Lamnek und Krell 2016).

In einem Schreiben und persönlichen Vorgespräch wurden die Fachpersonen über Ziel und Design der Studie informiert. Ihnen wurde vorgegeben, mit einem Kind eine oder mehrere Doppelseiten im Bilderbuch zu explorieren und mitgeteilt, dass die Bilderbuchbetrachtung ca. 20 min dauern soll, jedoch die Bedürfnisse und Möglichkeiten des Kinders zu berücksichtigen seien.

Die Videobeobachtung erfolgte offen (Lamnek und Krell 2016) und fand in einem Nebenraum des Kindergartens und nur im Beisein der Studienleiterin, zur Überwa-

chung der Technik, statt. Fachperson und Kind sassen für die Bilderbuchbetrachtung nebeneinander an einem Tisch. Es wurden zwei Videokameras positioniert; die eine filmte das Gespräch frontal, die andere war erhöht und neben dem Kind aufgestellt, um die Bilderbuchseite zu erfassen. So entstanden insgesamt 250 videographierte Minuten. Ein Gespräch dauerte durchschnittlich 24 min.

Für die Datenaufbereitung wurde das Datenmaterial tabellarisch in 174 eindeutig identifizierbare Szenen unterteilt. Eine Szene entspricht einer in sich geschlossenen Gesprächssequenz, die mit einem grafischen Element im Bilderbuch kongruiert. Anschliessend wurde literaturbasiert (z. B. Hasemann und Gasteiger 2020; Krammer 2017) jede Szene einem mathematischen Themenbereich der frühen mathematischen Bildung (z. B. Ordnungszahlaspekt) und einer oder mehreren Sprachhandlungen der Fachperson zugeordnet (z. B. Begründung einfordern). Danach wurden aus der Tabelle 56 Szenen identifiziert, welche die von Tiedemann (2012) angewendeten und auf Krummheuer (1992) basierenden Merkmale *Offensichtliche Relevanz zur Fragestellung* und *Krisenhaftigkeit* aufweisen. Die Krisenhaftigkeit einer Szene wird angezeigt, wenn Interaktionsverläufe nicht reibungslos ablaufen und es zu Fehlüberlegungen oder Irritationen kommt. Für die Studie wurden vier Szenen ausgewählt. Dabei war entscheidend, dass unterschiedliche mathematische Schwerpunkte nach Krajewski (2013) abgebildet werden und Bedeutungsaushandlung über mehrere Turns (Stukenbrok 2013) stattfindet, sodass eine vertiefte Interaktionsanalyse nach Krummheuer (2011) möglich ist. Bei zwei Szenen wurde je eine Nachfolgeszene bestimmt, in denen die Irritation aufgelöst oder Handlungsstrategien der Fachperson wiederholt wurden.

Die ausgewählten Szenen wurden mit dem Transkriptionssystem GAT (Gesprächsanalytisches Transkriptionsverfahren; Schmidt et al. 2015) auf der Ebene des Minimaltranskripts aufbereitet. Als Transkriptions-Editor wurde das Programm FOLKER verwendet. Für die nonverbalen, körperlich-visuellen Ausdruckressourcen (Gestik, Mimik, Regulierung der Körperdistanz) wurde das Verbal-Transkript mit Kommentaren und zur Visualisierung teilweise mit Videostills ergänzt. Damit wurden die kommunikativen Aktivitäten in unterschiedlichen Ausdrucksmodalitäten und in ihrem temporalen Bezug zueinander dargestellt (Imo und Lanwer 2019).

4.4 Datenanalyse

Für die Analyse der Szenen wird die Interaktionsanalyse nach Krummheuer (2011) genutzt, da sie thematische Entwicklungen in Interaktionsprozessen im Unterrichtsgeschehen rekonstruiert. Sie basiert auf Videotranskripten und untersucht, wie sich Bedeutungsaushandlung im Turn-Talking vollzieht. Die Interaktionsanalyse eignet sich dafür, Strukturen in den verbalen Handlungen der pädagogischen Fachperson aufzuzeigen (Schütte 2009).

Die fünf Schritte der Interaktionsanalyse:

1. Gliederung der Interaktionseinheit
2. Allgemeine Beschreibung
3. Ausführliche Analyse der Einzeläusserungen – Interpretationsalternativen (re-)konstruieren

4. Turn-by-Turn-Analyse
5. Zusammenfassende Interpretation

Um die Deutungsvarianten breit zu halten, fanden zur Erstellung von Interpretationsalternativen digitale Interaktionssitzungen mit der Studienverfasserin und zwei Lehrpersonen statt. In einer Turn-by-Turn Analyse und unter Einbezug der Multimodaltranskripte wurden mehrere Deutungsvarianten im Analyseprozess festgehalten. Anschliessend wurde in einer zusammenfassenden Interpretation der Diskursverlauf mit den aus den Analysesitzungen resultierenden Aussagen zusammengefasst. Zur Qualitätssicherung wurden die Interpretationen in Forschungskolloquien diskutiert.

Die Expert:innen der Interaktionsanalysesitzungen kennen die dargestellten Kinder und Lehrpersonen nicht. Sie verfügen über eine vertiefte Praxisexpertise im mathematischen Anfangsunterricht und Erfahrungen im Lehrgespräch mit Kindern. So konnte sichergestellt werden, dass sie in der Lage sind, die Äusserungen und Handlungen im Video zu deuten. Vor der Interaktionsanalyse wurden die Expert:innen über das Studienvorhaben, die Videoaufnahmen und das Analyseverfahren (Schritt 3 und 4) informiert. Dabei wurde auf die Bedeutung multimodaler Ausdrucksmöglichkeiten verwiesen. Weiter wurden die Teilnehmenden um grösstmögliche Offenheit bei der sequenziellen Analyse gebeten, um sich bei scheinbar eindeutigen Stellen von den eigenen ersten Alltagsinterpretationen zu lösen und mehrere alternative Interpretationen zu entwickeln (Krummheuer 2011).

5 Ergebnisse

Im Folgenden werden drei Analysen in zusammenfassender und verkürzter Form aufgezeigt.

Szene A Die Fachperson (A)-Kind(a)-Dyade exploriert die Doppelseite „Pausenplatz“. Die Fachperson (FP) zeigt auf einen Ausschnitt mit zwei nebeneinanderstehenden Sitzbänken. Auf der linken Bank sitzen vier auf der rechten Bank drei Kinder.

Die FP streicht mit der Hand über die rechte Bank und tippt darauf: „*Schau mal und da hat es eine riesige Bank oder es hat vielleicht zwei Bänke hier. Zähl mal, wieviel sitzen denn auf dieser Bank?*“ Das Kind (K.) zählt leise auf die Figuren tippend und links beginnend: „*Eins, zwei, drei, vier, fünf, sechs, sieben.*“ und sagt dann lauter: „*Sieben.*“. Das ist eine Mengenbestimmung. Das K. beginnt links, bei der äussersten Figur, was bedeuten könnte, dass es eine einzelne Bank sieht. Die FP, abwechslungsweise auf die Sitzbänke tippend: „*Sieben, aber schau, es sind eigentlich zwei Bänke. Auf welcher Bank hat es mehr – auf dieser Bank oder auf dieser Bank?*“. Da sie die Zählreferenz (Kinder) nicht expliziert, nimmt sie allenfalls an, das K. würde die von ihr vollzogene Bestimmung der Ausgangsmenge erfassen. Das K. zeigt auf die rechte Bank und antwortet: „*Auf dieser Bank.*“ Diese falsche Antwort könnte darauf basieren, dass das K. die Frage missversteht oder noch immer von einer einzelnen Bank ausgeht, und die letztgenannte und mengenbestimmende Zahl 7 die rechts aussen sitzende Figur darstellt. Sollte das K. zwei Bänke erkannt

haben, wäre es möglich, dass es aufgrund eines fehlerhaften Mengenvergleichs ($3 > 4$) auf die rechte Bank zeigt. Nachdem die FP das K. auffordert: „Zähls mal.“ zählt es mit dem Finger die Figuren auf der rechten Bank von links nach rechts: „Eins, zwei, drei“, und sagt dann laut „drei“. Das lässt vermuten, dass das K. die rechte als einzelne Bank erfasst. Die FP darauf: „Drei – und zähl noch die andere Bank.“ Das K. zählt auf der linken Bank von rechts nach links: „Eins, zwei, zwei“ und hebt danach die Stimme. Die FP zeigt auf die dritte Figur: „Da musst du weiterzählen, drei“. Das K. zählt: „Drei, vier.“ Die FP legt drei Finger auf die linke Bank: „Also, da wieviel haben auf dieser Bank?“ Jetzt werden drei unterschiedliche Mengen dargestellt: vier Personen, zwei Bänke und drei Finger. Das K. schaut in die Ferne und sagt: „Ähm.“ Das deutet auf eine Irritation, Abwendung oder ein Nachdenken hin. Die FP sagt: „Du kannst mal, mach.“ Gleichzeitig sagt das K.: „Zehn“. Die FP unterbricht und fragt: „Wieviel?“ Das K. schaut auf den Bildausschnitt und zählt erneut links beginnend: „Eins, zwei, drei, vier, fünf“. Bei „fünf“ tippt es auf die erste Figur der rechten Bank. Dies lässt vermuten, dass das K. die Aufforderung zum Zählen versteht, die Figuren aber nicht in ihrer räumlichen Abgrenzung (2 Bänke) erfasst. Hier unterlässt es die FP, die Fehldeutung des K. zu erfragen. Sie unterbricht den Zählvorgang des K. bei *fünf* durch ein sanftes Wegstossen der Kinderhand und zeigt auf die linke Bank: „Gut, tu mal, wieviel hast du gezählt auf dieser Bank?“. Das K. wiederholt: „Ähm zehn“. Die FP erfragt nicht den Grund dieser Antwort, sondern fordert auf: „Zähle nochmal.“ Dazu legt sie ihren Zeigefinger auf die erste Figur der linken Bank. Dieses Mal tippt die FP auf die Figuren der linken Bank (4 Personen), während das K. mitzählt: „Eins, zwei, drei“. Die Fachperson deckt die rechte Sitzbank mit ihrer rechten Hand ab, tippt gleichzeitig auf die vierte Figur auf der linken Bank und sagt: „Gut, vier und jetzt strecke vier meiner Finger auf.“ Das K. streckt vier Finger der FP hoch. Der Wechsel der Darstellungsebene kommt unmittelbar nach der Zählzahl 4. Hier ist nicht geklärt, ob das K. die Finger in Bezug zur Illustration setzt, da diese Tatsache nicht expliziert worden ist. Die vier Finger zeigend streicht die FP über die rechte Bank und sagt: „So, gut und jetzt wieviel sind auf dieser Bank?“. Das K. antwortet: „Ähm drei.“ „Also jetzt strecke drei meiner Finger auf.“ Die Zuordnung Finger-Figuren entsprechen einer mathematischen Funktion, bei der Elemente einer Ausgangsmenge (Figuren) einer Zielmenge (Finger) zugeordnet werden. Die Vorgehensweise der Fachperson lässt vermuten, dass sie davon ausgeht, das K. vollziehe dieselbe Verknüpfung, die sie als Hilfestellung anbietet. „So und jetzt, auf welcher Bank sitzen mehr?“ Die FP blickt auf die ausgestreckten Finger. Das K. berührt korrekt die linke Hand der FP. Unklar bleibt, ob es den Bezug zu den Figuren im Buch vollzieht. Es ist auch möglich, dass es einzig der Aufforderung zum Mengenvergleich (Welche Hand zeigt mehr Finger?) nachkommt. Am Schluss der Szene zeigt die FP weiterhin drei Finger und tippt auf die Bank mit vier Kindern: „Genau, also welche Bank ist jetzt das, die erste da wars gell, da hat es mehr Kinder als da, gut.“

Szene B Die Fachperson(B)-Kind(b)-Dyade exploriert die Doppelseite „Geburts-tag“. Das Kind (K.) stellt fest, dass das Alter des Geburtstagskindes im Buch nicht der Anzahl seiner Gäste entspricht, was bei ihm zu Hause eine Regel ist.

Das K. sagt: „*Ich darf nur so viele einladen, wie ich alt geworden bin.*“ Ausgehend von der Illustration und in Bezug auf das mathematische Verständnis zeigt das K. allenfalls, dass es ein Ungleichgewicht zwischen abgebildeter und realer Erfahrungswelt wahrnimmt. Zudem kann vermutet werden, dass es entdeckt hat, dass die Anzahl der Gäste im Bilderbuch nicht mit der Anzahl Kerzen auf dem Kuchen übereinstimmt. Die FP sagt: „*Aha.*“ Das K. erzählt weiter: „*Aber ich habe das Mami überreden können, dass ich acht einladen darf.*“ Das K. nennt die Anzahl seiner Gäste und bestimmt eine Menge. Die FP fragt: „*Wie alt bist du geworden?*“ Das K. sagt: „*Sechs,*“ und richtet den Blick ins Buch. Die FP fasst zusammen: „*Acht durfst du einladen und sechs bist du geworden.*“ Sie verknüpft so die beiden Bezugsmengen Alter und Gäste. Sie fragt weiter: „*Wieviel mehr durfst du nun einladen als eigentlich abgemacht war?*“. Mit der Frage nach der Differenz wird die Erlebniswelt des K. mit mathematisch-abstrakten Überlegungen verbunden, ohne die Bezugsmenge (Gäste) zu nennen. Das K. lächelt und schaut ins Buch. Diese nonverbalen Äusserungen können neben Freude über die unterlaufene Regel der Eltern auch Unsicherheit bedeuten, aufgrund des Wechsels von der realen auf die mathematisch-abstrakte Ebene. Sie sagt: „*Also hm weiss nicht.*“. Dies erhärtet die 2. Vermutung. Die FP zeigt sechs ausgestreckte Finger und sagt in zeitlich rascher Abfolge: „*Sechs bist du geworden. Wieviel müsst ich denn, dass ich acht habe? Wieviel Finger müsste ich dann noch mehr aufstrecken?*“ Die FP nimmt die eigenen Finger dazu. Die ursprüngliche Frage nach der Differenz wird weiter abstrahiert, indem die FP sechs ausgestreckte Finger zeigt. Jetzt sind unterschiedliche Ausgangsmengen sowie Referenzobjekte verbalisiert. Darüber hinaus wird hier die Ausgangsmenge mit sechs – vorher acht – neu definiert und hinsichtlich der Operation eine Addition – zuvor war es eine Subtraktion – verlangt. Das K. blickt auf die Finger der FP und sagt: „*Zwei mehr*“. Einerseits weist das Adverb „mehr“ darauf hin, dass das K. seine Aussage auf die Finger bezieht, andererseits könnte das K. sich auf die tatsächliche Gästeanzahl/elterliche Regel beziehen. Die FP streckt acht Finger auf. Daraufhin sagt die FP: „*Also, wie viele durfst du mehr?*“ und bewegt Zeige- und Mittelfinger hin und her. Damit visualisiert sie die Antwort, fasst Vorangegangenes zusammen und kommt auf ihre Anfangsfrage zurück. Dazu wechselt sie verbal von der abstrakten Ebene (Finger) zurück zur realen Erfahrungswelt des K. Gestisch hingegen – sie zeigt acht Finger, wobei sich Zeige- und Mittelfinger hin- und Herbewegen – bleibt sie gleichzeitig in der abstrakten Ebene verhaftet. Der Referenzbezug wird nicht offengelegt. (...) Das K. sagt: „*Zwei mehr.*“ Damit wiederholt es die bereits gemachte Aussage.

Sequenz C Die Fachperson (C)-Kind (c)-Dyade exploriert die Doppelseite „Pausenplatz“. Darauf sind zwei Fensterreihen mit je sechs Fenstern zu sehen. Durch das 4. Fenster in der oberen Reihe prallt ein Ball.

Das Kind (K.) zeigt auf einen Ball: „*Ja, aber ein Ball fliegt.*“, „*Das ist blöd gell, mh.*“ Damit gibt die FP der kindlichen Aussage Bedeutung. Das K. reagiert verbal nicht auf die FP. Sein Blick und Zeigefinger bleiben auf den Bildausschnitt gerichtet. Mit der Feststellung „*Ui der prallt grad in eins der Fenster.*“ tippt die FP nun bei *eins* kurz auf das kaputte Fenster. So setzt sie eine Teilmenge in Bezug zur Gesamtmenge 12. Das K. sagt mit Blickkontakt zur Fachperson: „*Ja*“. Die FP

fragt: „*Ins wievielte Fenster prallt denn der Ball?*“ und fährt mit der Hand über die obere Fensterreihe mit dem kaputten Fenster. Damit initiiert sie ein Gespräch zum Ordinalzahlaspekt, denn das Fragewort *wievielte* fragt nach der Ordnung des Objekts Fenster. Das K. tippt neben das kaputte Fenster und sagt: „*Eins*“ und senkt die Stimme. Dies könnte bedeuten, dass das K. nicht über ein ordinales Zahlverständnis verfügt oder, dass es darum weiss, es aber nicht dem Fragewort zuordnen kann. Die Antwort könnte die Menge an kaputten Fenstern ausdrücken, was seine Handbewegung und die Stimme erklären würden. Eine Menge wird mit dem Fragewort *wieviel* erfasst. Aufgrund der Ähnlichkeit der Begriffe (*wieviel*, *wievielte*) könnte es sein, dass das K. die Frage falsch versteht. Die FP sagt: „*Dort in das.*“ Sie unterlässt so eine direkte Rückmeldung zur Qualität der kindlichen Äusserung. Die fehlende Rückmeldung lässt das K. möglicherweise denken, die Frage korrekt beantwortet zu haben. Nachfolgend sagt die FP: „*Schau mal, wenn das [Antippen des 1. Fensters], zähl mal wie viele Fenster sind das, hier wie viele Fenster?*“. Das weist darauf hin, dass die FP fehlendes ordinales Wissen vermutet. Die FP unterbricht ihre Aussage. Der 1. Teil „*schau mal, wenn das*“ könnte der Beginn eines Scaffold sein. Mit dem 2. Teil „*zähl mal, wie viele Fenster sind das, hier wie viele Fenster?*“ wählt sie ein Verfahren, um die Ordnung über das Zählen zu bestimmen. Das K. fragt nun: „*Von oben?*“ Das K. verschafft sich damit möglicherweise Klarheit über den Zählvorgang und koordiniert seine Deutung mit derjenigen der FP. Dies lässt vermuten, dass das K. weiss, dass Dinge in eine Reihenfolge gebracht werden können, denn die zwölf in zwei Reihen angelegten Fenster geben keine eindeutige Ordnungsrichtung vor. Dazu bräuchte es eine Konvention über die (Zähl-)Vorgehensweise, was das K. womöglich zu erfragen versucht. Denkbar wäre auch, dass es nicht weiss, wo es mit dem Zählen beginnen soll, da es aufgrund der ausbleibenden Rückmeldung zu Beginn der Sequenz, die Absicht seines Gegenübers nicht erkennt. Die FP sagt darauf: „*Ja, zähl mal.*“ Damit bleibt ihre Absicht weiterhin unklar. Vielleicht vermutet die FP, dass das K. über dieselbe Vorstellung zum Zählvorgang bei Fensterreihen (Beginn, Reihenfolge) verfügt wie sie selbst. Oben links beginnend zählt das K. die obere Fensterreihe: „*Eins, zwei, drei, vier, fünf, sechs*“. Dann fragt die FP: „*Und, ins wievielte Fenster prallt nun grad dieser Ball?*“ Mit „*und*“ verbindet sie das Zählen mit der Bestimmung der Ordnungszahl, ohne dieses Prinzip offenzulegen. Das K. sagt: „*Eins*“ und schlägt dabei mit der Faust auf das 4. (kaputte) Fenster. Anschließend tippt das K. auf die kaputten und intakten Fenster und sagt: „*Jetzt hab mer nu fünf doch.*“ Damit macht es eine Subtraktion ($6 - 1$) und bestimmt deren Ergebnis. Die FP modelliert: „*Ja, fünf sind ganz, gell?*“ Das K. sagt: „*Ja und da unten, da fünf, sechs, sieben, acht, neun, zehn, elf, jetzt haben die noch elf ja, und das war die zwölf, jetzt haben die vorher haben die zwölf Fenster hier dran, aber jetzt noch elf*“. Das K. fokussiert damit allenfalls das kaputte Fenster und integriert es in eine Menge. Die FP sagt darauf: „*Genau und ich hab grad gesehen, eins, zwei, drei, der Ball prallt ins vierte Fenster, gell.*“ Nur das Wort „*genau*“ schliesst an die kindliche Äusserung an. Das K. schweigt. Die FP wiederholt: „*Ins vierte*“, worauf das K. sagt: „*Ja.*“ Danach wendet es sich einem anderen Bildausschnitt zu. Hier bleibt offen, ob das K. die Aussage der FP in den bisherigen Gesprächsverlauf rekontextualisieren kann, es das ordinale Konzept von Zahlen verstanden und ob es das zweimalige „*eins*“ aufgrund einer sprachlichen Vermischung (*wieviel/wievielte*) formuliert hat.

Der Diskurscharakter der Szenen enthalten Merkmale von *Sach- bzw. Modellierungsaufgaben*: Mathematische und semantisch-inhaltliche Aspekte werden verbunden und zielen darauf ab, die Umwelt mathematisch zu erschliessen (Stephany 2018).

6 Diskussion

Diese Studie untersucht, wie Fachpersonen das mathematische Gespräch mittels Bilderbuch gestalten, wenn es zu Fehldeutungen oder Irritationen kommt. Vor dem Hintergrund der Wirksamkeit dialogisch-adaptiver Lernbegleitung werden nachfolgend die Ergebnisse diskutiert.

6.1 Dialogisch entwickelnde Lernprozesse

Die Daten zeigen, dass die Gespräche nach einer Fehldeutung oder Irritation eine starke lehrer:innenseitige Lenkung mit mehrheitlich instruierendem Charakter aufweisen. Um jedoch mathematische Denkstrukturen zu entwickeln, braucht das Kind Raum, um seine Gedanken mit dem Gegenüber zu formulieren, abzuwägen und zu hinterfragen (Vogler 2020). So kann Sprache in ihrer kommunikativen und kognitiven Funktion (Meyer und Tiedemann 2017) zur bewussten Verinnerlichung mathematischer Inhalte (Hasemann und Gasteiger 2020) genutzt werden. Weiter wird ein vorschnelles Interpretieren der kindlichen Aussagen deutlich, was zu vermeiden ist (Textor 2012). Bei der Lösungsfindung werden Ideen, Überlegungen oder mathematische Konzepte der Kinder nur begrenzt erfragt und in den Lernprozess miteinbezogen, obwohl sie für den Aufbau mathematischer Kompetenzen (Gasteiger 2017) bedeutsam wären. Nach Gasteiger und Benz (2016) bieten Aussagen von Kindern dann geeignete Anknüpfungspunkte für mathematisches Lernen, wenn sie vom Gegenüber wahrgenommen und adaptiv, mittels Scaffolding für den Lernprozess genutzt werden. Somit ist es fraglich, ob das Kindergartenkind die Unterstützungsstrategien der Fachperson tatsächlich dazu nutzen kann, um in der Zone der nächsten Entwicklung mathematische Erkenntnisse zu gewinnen, bereits vorhandenes Wissen zu erweitern bzw. umzustrukturieren. Die Analyse lässt vermuten, dass die Fachpersonen bei der Wahl der Unterstützungsstrategie auf eigene fachliche Konzepte (z. B. Ordinalzahlbestimmung durch Zählen), die implizit oder explizit vorhanden sind, zurückgreifen. Da Gesprächsbeteiligte die Aussagen des Gegenübers stets rekontextualisieren (Stukenbrok 2013), wäre es vor dem Hintergrund zahlreicher Deutungsmöglichkeiten wichtig, diese Konzepte offenzulegen.

Die Analyse ergibt, dass die Fachpersonen auf die Fehler der Kinder kaum eingehen. Das heisst, offensichtliche Deutungsdifferenzen kommen nicht zur Sprache und Potenziale, die für den adaptiven Lernprozess nutzbar gemacht werden können (König 2007), bleiben verborgen, obwohl sie eine bedeutsame Ressource für mathematische Lernprozesse darstellen (Benz et al. 2015; Nolte 2020).

6.2 Das mathematische Gespräche anhand eines Bilderbuches

Das gemeinsame Explorieren einer Illustration kann als gemeinsamer Gesprächsgegenstand dienen, bei dem Wissen, Erfahrungen, Vorstellungen geteilt werden. Wimmelbücher haben dabei einen diskursausauffordernden Charakter und regen das Explorationsverhalten junger Kinder an (Schwer et al. 2011). Die Analyse legt dar, dass die Fachpersonen nach kindlichen Fehlüberlegungen unterschiedliche Kontextbezüge, Abstraktionslevels und Repräsentationsebenen verwenden und verweben. Vor dem Hintergrund, dass bei einer Illustration der Kontext konkret abgebildet ist, die darauf basierende mathematische Aufgabenstellung aber immer abstrakt bzw. dekontextualisiert ist, wäre es die Aufgabe der Fachperson hier Orientierung und Klarheit zu schaffen, indem sie verschiedene Bezüge, Levels und Ebenen für den Lernprozess sinnvoll wählt und kombiniert (van Kleeck 2003), um u. a. der Kapazität des Arbeitsgedächtnisses junger Kinder Rechnung zu tragen (Hasselhorn 2011). Diesbezüglich lässt die Analyse vermuten, dass der Wechsel zwischen den unterschiedlichen Abstraktions- und Darstellungsebenen (Illustration, ausgestreckte Finger der Lehrperson, verbalisierter Begriff) für das Kind kognitiv anspruchsvoll ist, da es multimodale Äusserungen des Gegenübers deuten und die darauf basierenden Hilfestellungen für den Aufbau und die Korrektur eigener Konzepte nutzen soll. Die Analyse lässt vermuten, dass eine gezielte Klärung der Bezugsmengen das kindliche Denken entlasten würde. In der Studie konnte beobachtet werden, dass die Fachpersonen beim Zählen oder der Mengenbestimmung ihre eigenen Finger zur Unterstützung nutzen. Da die fingerbasierte Repräsentation als wirksam erachtet wird (Moeller und Nuerk 2012), kann angenommen werden, dass die Fachperson aufgrund ihres fachdidaktischen Wissens diese Strategie wählt. Hier muss aber unterschieden werden, ob die Finger der Fachperson oder die des Kindes als Hilfsmittel verwendet werden.

7 Ausblick

In dieser Studie wurde die Gestaltung des mathematischen Gesprächs seitens der Fachperson untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass der Diskursverlauf stark von der Fachperson geprägt ist. Vorwissen, Ideen, Überlegungen oder mathematische Konzepte der Kinder werden nur begrenzt erfragt und in den Gesprächs- bzw. Lösungsprozess miteinbezogen.

Eine zentrale Implikation der Studie ist, Mathematik, mathematikdidaktisches Wissen und diagnostische Kompetenzen sowie Kenntnisse über Unterstützungsstrategien bei dialogisch-entwickelnden Gesprächen mit mathematischem Gehalt in die Aus- und Weiterbildung der Frühpädagogik zu integrieren und weitere Forschungsprojekte zu wirksamer mathematischer Interaktion anzubahnen.

8 Limitationen

Einschränkende Aspekte sind die subjektive Auswahl und die Stichprobengröße, sodass aufgrund der Ergebnisse kein Anspruch auf Allgemeingültigkeit erhoben werden kann. Der extra für die Studie aufgesuchte Raum, die beiden sichtbaren Kameras und die Anwesenheit der Studienleiterin schränken die natürliche Umgebung ein (Mayring 2016) und lassen eine Beeinflussung der Gesprächsbeteiligten vermuten (Lamnek und Krell 2016). Zwar werden Äusserungen und Handlungen der Fachpersonen und Kinder durch Interpretation zugänglich; diese sind aber nie vorurteilsfrei und geprägt von Erfahrungen der Forschenden selbst (Mayring 2016). Auch die Kategorisierung des Filmmaterials, Auswahl der Szenen oder das Verfassen der Transkripte sind von Subjektivität geprägt.

Funding Open access funding provided by St.Gallen University of Teacher Education

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen. Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Bähr, I., Gebhard, U., Krieger, C., Lübke, B., Pfeiffer, M., Regenbrecht, T., Sabisch, A., & Sting, W. (2019). Irritation als Chance. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-20293-4>.
- Benz, C., Peter-Kopp, A., & Grüssing, M. (2015). *Frühe mathematische Bildung*. Springer Spektrum.
- Björklund, C., & Palmér, H. (2020). Preschoolers' reasoning about numbers in picture books. *Mathematical Thinking and Learning*, 22(3), 195–213. <https://doi.org/10.1080/10986065.2020.1741334>.
- Burmeister, C. (2024). *Lernen aus Fehlern*. Waxmann.
- Gasteiger, H. (2017). Frühe mathematische Bildung – sachgerecht, kindgemäss anschlussfähig. In S. Schüler, C. Streit & G. Wittmann (Hrsg.), *Perspektiven mathematischer Bildung im Übergang vom Kindergarten zur Grundschule* (S. 9–26). Springer.
- Gasteiger, H., & Benz, C. (2016). Mathematikdidaktische Kompetenz von Fachkräften im Elementarbereich – ein theoriebasiertes Kompetenzmodell. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 37(2), 263–287. <https://doi.org/10.1007/s13138-015-0083-z>.
- Hasemann, K., & Gasteiger, H. (2020). *Anfangsunterricht Mathematik*. Springer Spektrum.
- Hasselhorn, M. (2011). Lernen im Vorschul- und frühen Schulalter. In F. Vogt, M. Leuchter, A. Tettenborn, U. Hottinger, M. Jäger & E. Wannack (Hrsg.), *Entwicklung und Lernen junger Kinder* (S. 11–21). Waxmann.
- Helmke, A. (2017). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität*. Seelze-Velber: Klett und Kallmeyer.
- van den Heuvel-Panhuizen, M., & Elia, I. (2013). The role of picture books in young children's mathematics learning. In L. English & J. Mulligan (Hrsg.), *Resconceptualising early mathematics learning* (S. 227–251). Springer.
- Hopf, M. (2012). *Sustained Shared Thinking im frühen naturwissenschaftlichen Lernen*. Waxmann.
- Imo, W., & Lanwer, P. (2019). *Interaktionale Linguistik. Eine Einführung*. J.B. Metzler.

- van Kleeck, A. (2003). Research on book sharing: another critical look. In A. van Kleeck, S. Stahl & E. Bauer (Hrsg.), *On reading books to children: parents and teachers* (S. 271–320). Lawrence Erlbaum.
- König, A. (2007). Dialogisch-entwickelnde Interaktionsprozesse als Ausgangspunkt für die Bildungsarbeit im Kindergarten. https://www.pedocs.de/volltexte/2014/4622/pdf/bf_2007_1_Koenig_Interaktionsprozesse.pdf
- Krajewski, K. (2003). *Vorhersage von Rechenschwäche*. Kovac.
- Krajewski, K. (2013). Wie bekommen die Zahlen einen Sinn: ein entwicklungspsychologisches Modell der zunehmenden Verknüpfung von Zahlen und Größen. In M. von Aster, J. Lorenz, M. von Aster & J. Lorenz (Hrsg.), *Rechenstörungen bei Kindern: Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik* (S. 155–179). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Krammer, K. (2009). *Individuelle Lernunterstützung in Schülerarbeitsphasen. Eine videobasierte Analyse des Unterstützungsverhalten von Lehrpersonen im Mathematikunterricht*. Waxmann.
- Krammer, K. (2017). Die Bedeutung der Lernbegleitung im Kindergarten und am Anfang der Grundschule. In S. Schuler, C. Streit & G. Wittmann (Hrsg.), *Perspektiven mathematischer Bildung im Übergang vom Kindergarten zur Grundschule* (S. 107–123). Springer.
- Krummheuer, G. (1992). *Lernen mit ‚Format‘: Elemente einer interaktionistischen Lerntheorie. Diskutiert an Beispielen mathematischen Unterrichts*. Deutscher Studien Verlag.
- Krummheuer, G. (2011). Die Interaktionsanalyse. <http://www.fallarchiv.uni-kassel.de>
- Lamnek, S., & Krell, C. (2016). *Qualitative Sozialforschung*. Beltz.
- Lehrmittelverlag Zürich (2020). *Kinder begegnen Mathematik*. LMVZ: Lehrmittelverlag Zürich.
- Mayingr, P. (2016). *Einführung in die qualitative Sozialforschung*. Beltz.
- Meyer, M., & Tiedemann, K. (2017). *Sprache im Fach Mathematik*. Springer Spektrum.
- Moeller, K., & Nuerk, H. (2012). Zählen und rechnen mit den Fingern. *Lernen und Lernstörungen*, 1(1), 33–53. <https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000004>.
- Nolte, M. (2020). Fehler und ihre Bedeutung für den mathematischen Lernprozess. *Lernen und Lernstörungen*, 10(1), 3–12.
- Payne, T. (2024). The math talk learning environment: testing an early childhood math intervention. *Early Childhood Research Quarterly*, 66, 224–233. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2023.10.012>.
- Pfister, M. (2016). Adaptive Lernunterstützung im integrativen Mathematikunterricht: eine Videostudie. <https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/118461/1/Pfister.pdf>
- Schmidt, T., Schütte, W., & Winterscheid, J. (2015). cGAT: Konventionen für das computergestützte Transkribieren in Anlehnung an das Gesprächsanalytische Transkriptionssystem 2 (GAT2). https://ids-pub.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/12186/file/Schmidt_Schuette_Winterscheid_Schuermann_ua_cGAT_2023_Version_1.2.pdf
- Schneider, W. (2008). *Entwicklung von der Kindheit bis zum Erwachsenenalter. Befunde aus der Münchner Längsschnittstudie LOGIK*. Beltz.
- Schuler, S. (2013). *Mathematische Bildung im Kindergarten in formal offenen Situationen. Eine Untersuchung am Beispiel von Spielen zum Erwerb des Zahlenbegriffs*. Waxmann.
- Schuler, S., Streit, C., & Wittmann, G. (2017). *Perspektiven mathematischer Bildung im Übergang vom Kindergarten zur Grundschule*. Springer.
- Schütte, M. (2009). *Sprache und Interaktion im Mathematikunterricht der Grundschule*. Waxmann.
- Schwer, C., Völker, S., Falkenstein, K., & Rappenecker, N. (2011). Welche Impulse erhalten Kinder im Alter unter drei Jahren von Erzieherinnen bei der Betrachtung eines Wimmelbilderbuches. <https://www.kindergartenpaedagogik.de/fachartikel/bildungsbereiche-erziehungsfelder/sprache-fremdsprachen-literacy-kommunikation/2189>
- Sfard, A. (2008). *Thinking as communicating. Human development, the growth of discourses, and mathematizing*. Cambridge University Press.
- Silver, A. M., Alvarez-Vargas, D., Bailey, D. H., & Libertus, M. E. (2024). Assessing the association between parents' math talk and children's math performance: a preregistered meta-analysis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 243, 105920. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2024.105920>.
- Siraj-Blatchford, I., Sylva, K., Taggart, B., Sammons, P., & Melhuish, E. (2003). *Intensive case studies of practice across the foundation stage. Effective provision of pre-school education project*. London: Institute of Education.
- Stephany, S. (2018). *Sprache und mathematische Textaufgaben. Eine empirische Untersuchung zu leser- und textseitigen sprachlichen Einflussfaktoren auf den Lösungsprozess*. Waxmann.
- Streit, C. (2018). Mathematische Lernbegleitung in materialbasierten Settings im Übergang vom Kindergarten in die Schule. In K. Fasseing Heim, R. Lehner, T. Dütsch, U. Arnaldi, E. Hildebrandt, M. Wey Huber & B. Zumsteg (Hrsg.), *Übergänge in der frühen Kindheit* (S. 69–88). Waxmann.

- Streit, C. (2020). Mathematisches Denken und Lernen im Kindesalter. In R. Braches-Chyrek, C. Röhner, H. Stinker & M. Hopf (Hrsg.), *Handbuch Frühe Kinderheit* (S. 761–771). Barbara Budrich.
- Stukenbrok, A. (2013). Sprachliche Interaktion. In P. Auer (Hrsg.), *Sprachwissenschaft* (S. 217–260). Stuttgart, Weimar: J.B. Metzler.
- Textor, M.R. (2012). *Bildung im Kindergarten. Zur Förderung kognitiver Kompetenzen*. Books on Demand.
- Tiedemann, K. (2012). *Mathematik in der Familie. Zur familialen Unterstützung früher mathematischer Lernprozesse in Vorlese- und Spielsituationen*. Waxmann.
- Tiedemann, K. (2016). Mathematiklernen in der Familie. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 38(1), 1–27. <https://doi.org/10.1007/s13138-016-0108-2>.
- Torbeyns, J., Op 't Eynde, E., Depaepe, F., et al. (2024). Preschool teachers' mathematical questions during shared picture book reading. *ZDM Mathematics Education*, 56, 907–921. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01544-w>.
- Vogler, A.-M. (2020). *Mathematiklernen im Kindergarten. Eine (mehrperspektivische) Untersuchung zu Chancen und Hürden bei frühen mathematischen Lernen in Erzieher*innen Situationen*. Waxmann.
- Vogtländer, A. (2019). *Bilderbücher im Kontext früher mathematischer Bildung. Eine Untersuchung zum Einsatz von Bilderbüchern im Kindergarten*. Springer.
- Whitehurst, G.J., Falco, F.L., Lonigan, C., Fischel, J.E., DeBaryshe, B.D., & Valdez-Menchaca, M.C. (1988). Accelerating language development through picture book reading. *Developmental Psychology*, , 552–559.
- Wullschleger, A. (2017). *Individuell-adaptive Lernunterstützung im Kindergarten. Eine Videoanalyse zur spielintegrierten Förderung von Mengen-Zahlen-Kompetenzen*. Waxmann.
- Wullschleger, A., & Stebler, R. (2017). Individuelle mathematikbezogene Lernunterstützung bei Regelspielen zur Förderung früher Mengen-Zahlen-Kompetenzen im Kindergarten. In S. Schuler, C. Streit & G. Wittmann (Hrsg.), *Perspektiven mathematischer Bildung im Übergang vom Kindergarten zur Grundschule* (S. 171–186). Springer.

Hinweis des Verlags Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.