
REBECCA KLOSE

Audio-Podcasts zur Untersuchung mathematischer Begriffsbildungsprozesse im bilingualen Kontext

Die Beschreibung mathematischer Phänomene stellt eine besondere sprachliche Anforderung an Grundschul Kinder dar. Mit der Erstellung von Audio-Podcasts zu mathematischen Inhalten wird der Fokus auf die Kompetenzen des mündlichen Darstellens und Kommunizierens gerichtet. Da die Verwendung schriftlich-grafischer und deiktischer Mittel bei Audio-Aufnahmen nicht möglich ist, erfordert es neben einer tiefen inhaltlichen Auseinandersetzung eine präzise Sprache und die sachgerechte Verwendung von Fachbegriffen. Die Methode wird im Rahmen eines Dissertationsprojektes für fachdidaktische Forschungszwecke im bilingualen Lernkontext genutzt. In einer qualitativen Untersuchung wird der Frage nachgegangen, inwieweit Schülerinnen und Schüler einer vierten bilingualen Klasse mathematische Fachsprache in den Zielsprachen Deutsch und Englisch verwenden. Die Datenerhebung erfolgt mittels der Audio-Podcasts. Die Auswertung der Daten erfolgt auf Grundlage von Transkripten mithilfe der Interaktionsanalyse.

The ability to describe mathematical phenomena is a specific linguistic requirement for primary school students. When producing audio-podcasts on math-related topics, particular focus is placed on the children's oral representation and communication skills. As audio-recordings are unable to depict textual, graphic and deictic elements, children are required to produce an in-depth content analysis whilst making use of precise language and appropriate terminology. This method is used for research purposes as part of a dissertation project on mathematical education in a bilingual learning context. This project uses a qualitative study to examine a bilingual class of fourth grade students in order to establish the degree to which they used mathematical terminology in the target languages German and English. This required the development of an appropriate data collection method. The data were evaluated using interaction analysis to analyze transcripts of the audio-podcasts.

Schlagworte | Tags: Qualitative Forschung, qualitative Schul- und Unterrichtsforschung, interpretative Forschung, interpretative Unterrichtsforschung, rekonstruktive Sozialforschung, Audio-Podcasts, PriMaPodcast, Educasts, Verbalisationsmethode, Transkripte, ethnomethodologische Konversationsanalyse, Interaktionsanalyse, komparative Analyse, Komparation, mathematische Begriffsbildung, Fachsprache, Kommunikationsstrategien, Content Language Integrated Learning, CLIL, Interaktion, Reflexion, Schule

1. Ziel und Motivation

In den vergangenen Jahrzehnten entwickelte sich die Bundesrepublik Deutschland als Einwanderungsland zu einer multikulturellen und mehrsprachigen Gesellschaft. In den deutschen Bildungsinstitutionen des Elementar-, Primar- und Sekundarstufenbereichs stellt Deutsch mittlerweile für fast jedes dritte Kind eine Zweitsprache dar (vgl. KMK 2012, S. 2). Da fachliche und sprachliche Kompetenzen in einem engen Zusammenhang stehen (vgl. Leisen 2011, S. 5), können sich Defizite im sprachlichen Bereich negativ auf das fachliche Lernen auswirken. Aus diesem Grund wird Sprachförderung in neuerer Zeit als Querschnittsaufgabe aller Fächer postuliert. Für den Mathematikunterricht auf Primarstufenebene wurden im Zuge dessen praxisnahe Konzepte für fachbezogene Sprachförderung entwickelt (vgl. u. a. Götze 2015; Maak 2003; Schmidt-Thieme 2003; Weis 2012).

Eine differenzierte Sprachförderung nimmt frühzeitig die Sprachentwicklung und die Entwicklung von *literacy*-bezogenen Kompetenzen in den Fokus und schafft vielfältige Sprachanlässe – gerade auch für Kinder mit Deutsch als Zweitsprache (vgl. HKM 2015, S. 66). Ziel der Sprachbildung sollte neben sprachstrukturellen Förderungsaspekten auch die aktive Auseinandersetzung mit weiteren, natürlichen Sprachen und die Wertschätzung anderer Herkunfts- und Familiensprachen sein (vgl. Reich 2008, S. 21). Wenngleich der Fachunterricht im deutschen Schulsystem zumeist in der Unterrichtssprache Deutsch erfolgt, rücken im Zuge der Internationalisierung und Globalisierung zunehmend der Einfluss weiterer natürlicher Sprachen sowie zweitsprachliche Lernprozesse beim Mathematiklernen in den Fokus des Interesses (vgl. Prediger/Özdil 2011). Der frühe Zugang zu

Sprachen und anderen Kulturen sowie zu landeskundlichen Aspekten anderer Länder ermöglicht ferner interkulturelles Lernen.

Ein Konzept, das gezielt Fachlernen, Sprachlernen und interkulturelles Lernen verbindet, stellt *Content Language Integrated Learning* (CLIL) dar. CLIL wird auf europäischer Ebene als Oberbegriff für verschiedene bilinguale Modelle verwendet (vgl. Eurydice 2006). Innerhalb der Fremdsprachenforschung ist bilinguales Lernen bereits seit vielen Jahren im Fokus des Interesses. CLIL wird mittlerweile als eine sehr effektive Methode angesehen, eine Fremdsprache an authentischen Inhalten zu erwerben. Im Gegensatz zum traditionellen Fremdsprachenunterricht geht es somit nicht primär um das *Erlernen* einer Fremdsprache. Es findet vielmehr ein *Erwerb* natürlicher Sprachen an authentischen Fachinhalten statt. Aus fachdidaktischer Perspektive und speziell vonseiten der Mathematikdidaktik mangelt es jedoch diesbezüglich an Untersuchungen und empirischer Fundierung (vgl. Liebold 2013, S. 1). Obwohl das Fach Mathematik schon seit Ende der 1990er Jahre in den bilingualen Fächerkanon aufgenommen wurde (vgl. KMK 2006, S. 17), liegt für den Mathematikunterricht in der Grundschule noch kein theoretisch fundiertes Konzept in Form einer „eigenständigen Sachfachdidaktik“ (Küppers 2013, S. 308) vor. Dennoch wird bilinguales Mathematiklernen an Grundschulen in verschiedenen Bundesländern derzeit praktiziert.

Das hier beschriebene Dissertationsprojekt knüpft an diesen Aspekt an: Das Erkenntnisinteresse richtet sich insbesondere auf die mathematischen Begriffsbildungsprozesse von bilingual unterrichteten Grundschulkindern eines vierten Schuljahres. Als Sprachanlass und gleichzeitiges Erhebungsinstrument kommt die Methode der *mathematischen Audio-Podcasts* zum Einsatz (vgl. Kapitel 4). Durch den Erstellungsprozess von deutschen und englischen Audio-Podcasts zu mathematischen Begriffen soll untersucht werden, inwieweit bilingual unterrichtete Schülerinnen und Schüler in ihren Erklärungen mathematische Fachsprache in beiden Zielsprachen verwenden. In Anbetracht dessen, dass die Aneignung einer Fachterminologie im Mathematikunterricht parallel zu einer inhaltlich-konzeptionellen Begriffsbildung verläuft (vgl. Kapitel 2), wird ferner untersucht, auf welche konzeptionellen Vorstellungen beziehungsweise welches Begriffsverständnis die Erklärungen der Schülerinnen und Schüler hindeuten und

welche fachsprachlichen Mittel sie diesbezüglich in ihren Äußerungen nutzen. In diesem Zusammenhang ist insbesondere eine sachgerechte Verwendung von Fachwörtern in beiden Sprachen von Interesse. Da es sich um bilingual aufwachsende Kinder handelt, ist es ferner interessant zu untersuchen, ob und welche Kommunikationsmittel sie einsetzen, um Bedeutung herzustellen. Auf der Grundlage von Transkripten und mithilfe der *Interaktionsanalyse* als Auswertungsmethode ist es möglich, zu untersuchen, wie Begriffsbedeutungen ausgehandelt, versprachlicht und kommuniziert werden. Der komparative Ansatz ermöglicht den Vergleich und die Kontrastierung von Fällen (vgl. Kapitel 4). Dazu bietet das dritte Kapitel mit einer allgemeinen Methodendiskussion den Rahmen.

2. Theoretische Basis

Mathematik wurde lange Zeit als sprach- und kommunikationsarmes Unterrichtsfach angesehen. Nach heutigen Erkenntnissen nimmt Sprache beim Mathematiklernen jedoch eine bedeutende Rolle ein. Diese wird vornehmlich durch die Bildungsstandards zum Fach Mathematik verdeutlicht: Sprachkompetenz wird in den Standards allgemein als ein „integrierter Bestandteil mathematischer Kompetenz im Sinne der *Mathematical Literacy*“ (Linneweber-Lammerskitten 2013, S. 151) angesehen. Mathematische Bildung umfasst demnach neben der Anwendung von Wissen und Können stets den sprachlichen Austausch über Mathematik sowie eine diskursive Auseinandersetzung mit der Weltsicht anderer (vgl. Linneweber-Lammerskitten 2013, S. 154).

In den Bildungsstandards werden allgemeine Kompetenzbereiche wie das *Kommunizieren* und *Darstellen* diversen inhaltsbezogenen Kompetenzbereichen gegenübergestellt. Das *Kommunizieren* im Sinne der Bildungsstandards sieht nach diesem Verständnis die sachgerechte Verwendung von Fachbegriffen, das Beschreiben von Vorgängen sowie das gemeinsame Reflektieren beim Mathematiklernen vor. Das *Darstellen* kann ferner schriftlich, grafisch, aber auch mündlich erfolgen. Gerade das Übertragen von Darstellungen in verschiedene Modi wird in den Bildungsstandards hervorgehoben (vgl. KMK 2005, S. 8; HKM 2011, S. 12).

Mathematische Denk- und Aushandlungsprozesse vollziehen sich im Unterricht in erster Linie auf Grundlage verschiedener Repräsentations-

ebenen. Die Mathematikdidaktik bezieht sich diesbezüglich vorwiegend auf das *EIS-Prinzip* nach Jerome BRUNER (vgl. Bruner 1971). Sachverhalte können demnach auf *enaktiver* Ebene durch konkret vollzogene Handlungen erfasst werden – auf *ikonischer* Ebene geschieht dies durch Visualisierungen und Bilder sowie auf *symbolischer* Ebene durch Symbol- und Zeichensysteme.

Zentral ist in diesem Zusammenhang der *intermodale Transfer*, das heißt der Gebrauch von Repräsentationen aus allen drei Ebenen sowie ein stetiger Wechsel zwischen ihnen. Nach Josef LEISEN erweist sich der Wechsel von Darstellungsformen als „der didaktische Schlüssel zum fachlichen Verstehen“ und „als ein Anlass zur fachlichen Kommunikation“ (Leisen 2005, S. 2). Ferner können mathematische Tätigkeiten und Erkenntnisprozesse von verschiedenen Repräsentationsformen unterschiedlich gut unterstützt werden (vgl. Jörissen/Schmidt-Thieme 2015, S. 386 f.).

Als gegenständliche beziehungsweise bildliche Darstellungen kommen im Mathematikunterricht der Grundschule vielfältige Arbeitsmittel und Materialien zum Einsatz. Diese dienen zunächst als Hilfsmittel zum Aufbau mentaler Vorstellungen. Im späteren Verlauf können sie neben anderen Darstellungsformen insbesondere zur Kommunikation und Argumentation eigener Vorgehensweisen von den Schülerinnen und Schülern gezielt miteinbezogen werden (vgl. Schipper 2009, S. 290). Heinz LAAKMANN spricht in einem solchen Verständnis von einer „Doppelfunktion der Darstellungen“ (Laakmann 2013, S. 23): Zum einen werden Darstellungen zu Trägern mathematischer Begriffe, da Begriffe über Materialisierungen begreifbar gemacht werden sollen. Zum anderen fungieren sie als Grundlage zur Kommunikation in und über Mathematik (vgl. Laakmann 2014, S. 23). Eine inhaltlich-konzeptionelle Begriffsbildung beim Mathematiklernen erfolgt somit gerade auf handelter und sprachlicher Basis.

Die Unterrichtssprache nimmt gleichermaßen eine wichtige Funktion als Darstellungs- und Kommunikationsmedium ein (vgl. Jörissen/Schmidt-Thieme 2015, S. 392). Neben den Varietäten *Alltagssprache* und *Bildungssprache*, wird der *Fachsprache* beim Mathematiklernen eine besondere Bedeutung beigemessen. Die Fachsprache, in sozio-linguistischer Sicht zu verstehen als „fachspezifische Kommunikation im Unterricht“ (Jörissen/Schmidt-Thieme 2015, S. 394), ermöglicht erst einen Bezug zu den fachlichen Gegenständen und Sachverhalten und bietet demnach eine Grundlage zum Erwerb des mathematischen Fachwissens. Ferner weist die Fach-

sprache der Mathematik eine besondere fachspezifische Terminologie aus Fachwörtern und bestimmten syntaktischen Konstruktionen auf und sollte diesbezüglich auch explizit zum Gegenstand von Lehr- und Lernprozessen gemacht werden. Hierfür ist es erforderlich, dass eine Aneignung fachsprachlicher Formulierungen nicht einfach in Form von Worthülsen und auswendig gelernten Definitionen stattfindet. Sie sollte sich vielmehr in Verbindung mit einer konzeptionellen Vorstellung der Begriffe entwickeln (vgl. Jörissen/Schmidt-Thieme 2015, S. 394).

Bei der Klärung mathematischer Begriffe ist es infolgedessen unerlässlich, neben fachsprachlichen Mitteln verschiedene semiotische Modi wie beispielsweise mündliche, schriftliche und visuelle Darstellungsformen zu berücksichtigen (vgl. Schleppegrell 2007, S. 141). Da sich allgemein menschliche Vorstellungen von Sprache, Kommunikation und der Speicherung von Wissen sehr stark an den Schriftkenntnissen orientieren, nimmt vor allem die schriftlich-basierte Darstellungsweise eine prominente Rolle im Unterricht ein. Mündlichkeit hingegen, und insbesondere die gesprochene Sprache sowie deiktische Ausdrücke, sind vielmehr durch die gemeinsame Gegenwart beziehungsweise einen gemeinsamen Wahrnehmungsraum von Hörerinnen oder Hörern und Sprecherinnen oder Sprechern gekennzeichnet. Die gesprochene Sprache ist im Gegensatz zur Schriftlichkeit zudem flüchtig (vgl. Becker-Mrotzek 2003, S. 70).

In ihrem Modell differenzieren Peter KOCH und Wulf ÖSTERREICHER (vgl. Koch/Österreicher 1985) zwischen medialer und konzeptioneller Mündlichkeit sowie medialer und konzeptioneller Schriftlichkeit. Christa DÜRSCHIED (vgl. Dürscheid 2003, S. 3) legt diesem Modell, in Anlehnung an Werner HOLLY (vgl. Holly 1997), einen anderen Medienbegriff zugrunde: HOLLY beschreibt Medien als „konkrete materielle Hilfsmittel, mit denen Zeichen verstärkt, hergestellt, gespeichert und/oder übertragen werden können“ (Holly 1997, S. 69 f.). Medien sind demnach sowohl Mittel der Kommunikation und Repräsentation als auch Mittel zur Steuerung von Informationen (vgl. de Witt/Czerwionka 2007, S. 76). Werden Medien in Lernsituationen eingesetzt, können sie ferner als Informations- und Werkzeugangebote für selbstregulierte Lernprozesse genutzt werden (vgl. de Witt/Czerwionka 2007, S. 62).

Digitale Medien wiederum gestatten eine elektronisch vermittelte Kommunikation, die sowohl synchron, quasi-synchron als auch asynchron verlaufen kann. Synchroner Kommunikation, beispielsweise medial-münd-

lich bei einem Telefonat, und quasi-synchrone Kommunikation, beispielsweise medial-schriftlich in einem Chat, finden in einem gemeinsamen Kommunikationsraum statt. Dies trifft jedoch nicht auf die asynchrone Kommunikation zu, beispielsweise medial-mündlich in einem Audio-Podcast oder medial-schriftlich bei eMail-Kommunikation (vgl. Dürscheid 2003, S. 10 und 12).

„Die (A-)Synchronie der Kommunikationsform beeinflusst die Art und Weise der Versprachlichung. Handelt es sich um eine synchrone Form der Kommunikation, sind die Äußerungen meist spontaner, sprachlich weniger reflektiert geplant. In einer asynchronen Kommunikation ist dies nicht der Fall; hier haben wir die Möglichkeit, unsere Äußerungen vorab zu planen, sie sprachlich zu elaborieren, sie zu korrigieren“ (Dürscheid 2003, S. 11).

Eine Möglichkeit, digitale Medien gezielt im Unterricht einzubinden, stellt der Ansatz der *Educasts* dar. Mit der Erstellung von Podcasts in Bildungskontexten können vielfältige mediendidaktische Ziele verfolgt werden, wie unter anderem die Medienkompetenzentwicklung der Lernenden oder selbstgesteuertes Lernen. Hierbei werden sowohl Audio- als auch Videodateien digital zu Lehr- oder Lernzwecken bereitgestellt. Während Video-Podcasts Erklärungsprozesse auf schriftlich-grafischer Ebene ermöglichen, sind bei Audio-Podcasts *mündliche* beziehungsweise *lautsprachliche* Kommunikationsprozesse vordergründig. Bei der Entwicklung sowie beim Einsatz von *Educasts* ist es erforderlich, diese an den entsprechenden Bildungskontext anzupassen (vgl. Zorn/Seehagen-Marx/Auwärter/Krüger 2013, S. 1 f.).

Im mathematikdidaktischen Kontext stellt die Methode *PriMaPodcasts* ein besonderes Kommunikationstool zur Reflexion und Vertiefung mathematischer Begriffe dar (vgl. Schreiber 2011; Schreiber/Klose 2014; Schreiber/Klose/Kromm 2017). Das Akronym *PriMaPodcasts* steht für die von *Primar*-stufenschülerinnen und -schülern erstellten mathematischen *Audio-Podcasts*: Indem Schülerinnen und Schüler mathematische Begriffe erklären, können sie ihr bisheriges Verständnis abrufen beziehungsweise überprüfen, Abgrenzungen zu anderen Begriffen vornehmen und auf diese Weise ein vertieftes Begriffsverständnis aufbauen (vgl. dazu auch Wagner/Wörn 2011, S. 45). Dazu durchlaufen sie einen bestimmten Erstellungsprozess. Im Rahmen des hier vorgestellten Forschungsprojektes dient die

Methode als Erhebungsinstrument und wird im vierten Kapitel ausführlich beschrieben.

3. Methodendiskussion

In diesem Kapitel werden sowohl Einblicke in die *qualitative Schul- und Unterrichtsforschung* als auch in die *interpretative Unterrichtsforschung* gegeben. Des Weiteren werden das Erhebungsinstrument der *PriMaPodcasts* sowie die *Interaktionsanalyse* und der komparative Ansatz als wichtige Komponenten des Auswertungsverfahrens vorgestellt. Dies bietet den Rahmen für die Methodenbeschreibung im vierten Kapitel.

3.1 Qualitative Schul- und Unterrichtsforschung

Die Dissertation ist in der *qualitativen Schul- und Unterrichtsforschung*, einem Teilgebiet der qualitativen Sozialforschung, zu verorten. Sie folgt einer *rekonstruktiv-interpretativen Methodologie*. Als zentrale Prinzipien der qualitativen Sozialforschung gelten in Anlehnung an Siegrid LAMNEK (vgl. Lamnek 1995, S. 21 f.) und Thomas STEGER (vgl. Steger 2003, S. 4 f.) Offenheit, Kommunikation, Prozessualität, Reflexivität, Explikation und Flexibilität.

Die ersten vier Prinzipien (Offenheit, Kommunikation, Prozessualität, Reflexivität) beziehen sich weitestgehend auf die Interaktion der oder des Forschenden mit der Untersuchungssituation und den an der Untersuchung beteiligten Personen sowie auf die Auswahl der entsprechenden Untersuchungsmethoden. Ziel sollte es sein, sich möglichst nahe der Lebenswelt des Subjektes, an sein Handeln und seine sprachlichen Äußerungen, anzunähern, um auf diese Weise „prozesshafte Ausschnitte der Reproduktion und Konstruktion von sozialer Realität“ (Lamnek 1995, S. 25) nachzuzeichnen und entsprechend darzulegen. Dies erfordert von Seiten der oder des Forschenden im gesamten Forschungsprozess Flexibilität und Anpassungsvermögen an veränderte Bedingungen. Im Sinne der Explikation bedarf es immerfort einer transparenten und nachvollziehbaren Offenlegung der einzelnen Untersuchungsprozesse.

Das Methodenverständnis qualitativer Forschung in der Schulpädagogik orientiert sich insbesondere an einer „gewandelten Auffassung von Schule

und Unterricht als Lebens- und Erfahrungsraum“ (Ackermann/Rosenbusch 2002, S. 34). Lehr- und Lernsituationen werden in diesem Verständnis als gestaltbar und deutungsoffen angesehen. Sie werden ferner als Interaktionsprozesse verstanden, in welchen den kommunikativen Prozessen eine besondere Bedeutung beigemessen wird. Die Erhebungsmethoden für die Datengewinnung sollten bei einem qualitativen Vorgehen demnach der jeweiligen (Interaktions-)Situation angepasst werden.

3.2 Interpretative Forschung

Qualitative Forschungen in der Mathematikdidaktik bezogen sich in vergangenen Jahren vermehrt auf semiotische und linguistische Ansätze, die insbesondere der Sprache eine besondere Bedeutung in Lern- und Begriffsbildungsprozessen beimessen. Viele dieser Arbeiten nutzen ein interpretatives Forschungsparadigma (vgl. u. a. Schreiber 2010; Schütte 2009).

Im deutschsprachigen Raum hat Ewald TERHART (vgl. Terhart 1978) auf Grundlage des *Symbolischen Interaktionismus* den Begriff *interpretative Unterrichtsforschung* maßgeblich geprägt. Die interpretative Unterrichtsforschung lässt sich allgemein den qualitativen Verfahren in den Erziehungswissenschaften zuordnen. Sie fällt unter den Sammelbegriff der *rekonstruktiven Sozialforschung* (vgl. u. a. Bohnsack 1999). Es gibt nur wenige einschlägige Bände zu methodologischen Fragen der interpretativen Unterrichtsforschung (vgl. u. a. Breidenstein/Combe/Helsper/Stelmaszyk 2002). An dieser Stelle soll aus mathematikdidaktischer Sicht auf den Band *Grundlagen und Beispiele interpretativer Unterrichtsforschung* von Götz KRUMMHEUER und Nathalie NAUJOK (vgl. Krummheuer/Naujok 1999) verwiesen werden. Während die Soziologie in makrosoziologischer Perspektive einen Beitrag zur empirischen Schulforschung leistet, möchte die interpretative Unterrichtsforschung insbesondere an mikrosoziologischen Theorien mitwirken (vgl. Krummheuer/Naujok 1999, S. 7).

Die Interpretative Unterrichtsforschung in der Mathematikdidaktik wurde in den späten 1970er Jahren von Heinrich BAUERSFELD am IDM in Bielefeld initiiert und hat sich seitdem in der deutschsprachigen Mathematikdidaktik fortwährend weiterentwickelt. Charakteristika der interpretativen Unterrichtsforschung sind laut KRUMMHEUER und NAUJOK die folgenden: die Fo-

kussierung auf alltägliche Unterrichtsprozesse, das rekonstruktive Vorgehen sowie die theoretische Grundannahme, dass Lernen, Lehren und Interagieren konstruktive Tätigkeiten sind (vgl. Krummheuer/Naujok 1999, S. 15).

3.3 PriMaPodcasts als Erhebungsinstrument

Im Rahmen des Dissertationsprojektes kommt die Methode zur Erstellung mathematischer Audio-Podcasts gezielt als Erhebungsinstrument zur Untersuchung fachsprachlicher Mittel im bilingualen Kontext zum Einsatz (vgl. Kapitel 1). Von Primarstufenschülerinnen und -schülern erstellte mathematische Audio-Podcasts werden mit dem Akronym *PriMaPodcasts* bezeichnet. Während Lernende bei der Audioaufnahme mathematische Begriffe *mündlich* darstellen, ist eine intensive Auseinandersetzung auf fachlicher und sprachlicher Ebene unumgänglich. Die Verwendung schriftlich-grafischer und deiktischer Mittel ist für die Präsentation nicht möglich. Erklärungen sollten dementsprechend verständlich, präzise und zugleich ansprechend für die Zuhörerinnen und Zuhörer übermittelt werden.

Zur Unterstützung dessen durchlaufen die Lernenden einen mehrstufigen Erstellungsprozess, in dem verschiedene Darstellungsmodi Berücksichtigung finden: Schriftlichkeit und Mündlichkeit stehen in einer engen Verbindung und zugleich können verschiedene Arbeitsmittel und Materialien zum Einsatz kommen. Artefakte spielen allgemein eine große Rolle in mathematischen Lernprozessen (vgl. Bartolini Bussi/Mariotti 2008). Während der Erarbeitung werden verschiedene Lernartefakte medialer und virtueller Art generiert. Lernartefakte sind von Lernenden eigens entworfene Artefakte. Die im Erstellungsprozess entstandenen Lernartefakte bilden das geteilt geltende Wissen und das Begriffsverständnis der Lernenden in den jeweiligen Phasen ab (vgl. u. a. Schreiber/Klose 2017). Durch die Auswahl eines interaktiven Settings fördert die Methode insbesondere die Kompetenzentwicklung des Kommunizierens und Darstellens im Sinne der Bildungsstandards (vgl. Kapitel 2).

Obwohl ein Podcast allgemein ein Medium mit hoher Asynchronität ist, stellen vier der sechs Produktionsschritte synchrone Kommunikationsformen dar (vgl. Kapitel 3). Die Generierung von Wissen und Strukturierung von Information sowie deren gemeinsame Reflexion werden durch Formen der hohen Synchronität erst möglich. Bei den Aufnahmen als asynchrone

Kommunikationsformen (Schritte 3 und 6) überwiegt die Informationsvermittlung. Ein unmittelbares Feedback ist an dieser Stelle nicht gewollt und auch (noch) nicht vorgesehen. Dies hat zur Folge, dass ein von Grundschulkindern erstellter und im Internet veröffentlichter PriMaPodcast in den meisten Fällen weder fachinhaltlich vollständig noch formal korrekt definiert sein wird. Bei der Auseinandersetzung mit dem mathematischen Begriff anhand der Methode geht es primär um erste Definitionen beziehungsweise um Erklärungs- und Beschreibungsansätze, die allenfalls in Verbindung mit unterrichtlichen und außerschulischen Erfahrungen stehen. In diesem Kontext können die Schülerinnen und Schüler beispielsweise charakteristische Merkmale und Eigenschaften eines Begriffs benennen, den Begriff mit anderen Begriffen sachgemäß in Verbindung setzen sowie begründet Beispiele geben (vgl. u. a. Franke/Reinhold 2016, S. 130). Im Sinne des Erwerbs beziehungsweise der Bildung mathematischer Begriffe vollzieht sich dies in einem kreativen Prozess:

„Begriffe kann man im Grunde nicht einführen (wohl Sprechweisen und Termini), der Begriffserwerb ist vielmehr ein aktiver, schöpferischer Prozess des lernenden Individuums“ (Winter 1987, S. 186).

In einem konstruktivistischen Verständnis findet auf Grundlage vorhandener Erfahrung und in einem interaktiven Setting die vertiefte Auseinandersetzung mit mathematischen Begriffen statt. Mathematische Begriffsbildungen in beiden Sprachen treten in diesem Fall durch die Verbalisationsmethode der PriMaPodcasts in Erscheinung. Das Vorgehen der Schülerinnen und Schüler erfolgt währenddessen selbstbestimmt und reflexiv. Der Audio-Podcast bildet als digitales Endprodukt die internen Verarbeitungsprozesse ab. Während der Erarbeitung werden verschiedene Lernartefakte generiert. Das Vorgehen erfolgt technologiegestützt in einem situativen Kontext.

3.4 Die Interaktionsanalyse als Auswertungsverfahren und der komparative Ansatz

Während PriMaPodcasts als *Erhebungsinstrument* eingesetzt werden, um Daten zu generieren, werden mithilfe der *Interaktionsanalyse* die Daten analysiert und *ausgewertet*.

Das Verfahren der Interaktionsanalyse (vgl. Krummheuer/Naujok 1999) dient der Rekonstruktion von „Bedeutungsaushandlungen“ (Krummheuer/Fetzer 2005, S. 16 f.) und den daraus entstehenden thematischen Entwicklungen in Interaktionsprozessen. Untersuchungen erfolgen vor allem dahingehend, *wie* Individuen in der Interaktion geteilt geltende Deutungen hervorbringen und *was* sie dabei aushandeln. Bei der Auswertung wird das Vorgehen der Interaktanten vom Forschenden anhand von Transkripten sowie anhand des in Kapitel 4.2 dargestellten Schemas der Interaktionsanalyse interpretiert und rekonstruiert. Die interpretativen Analysen und Auswertungen sind demnach Rekonstruktionen der zuvor generierten Bedeutungsaushandlungen und Begriffsbildungen der an der Untersuchung beteiligten mehrsprachigen Schülerschaft.

Die Interaktionsanalyse basiert auf der *ethnomethodologischen Konversationsanalyse* (vgl. Garfinkel 1967) und wurde von Heinrich BAUERSFELD, Götz KRUMMHEUER und Jörg VOIGT unter einer fachdidaktischen Perspektive speziell für die Analyse von Unterrichtsgesprächen mit wenigstens zwei Interaktanten (zum Beispiel in Gruppenarbeiten) generiert. Auf diese Weise können Interaktionen zwischen Lehrenden und Lernenden sowie Schüler-Schüler-Interaktionen auf Grundlage von Transkripten untersucht werden.

Transkriptionen ermöglichen es, Audio- und Videoaufnahmen in eine schriftliche Form zu übertragen. Durch die Anfertigung von Transkripten kann das gesprochene Wort dauerhaft festgehalten werden und ist somit leichter aufzufinden beziehungsweise zu analysieren (vgl. Dresing/Pehl 2013, S. 17). Transkripte gestatten unter einer gewährten Anonymität Einblicke in authentische Gespräche und Interaktionen sowie in bestimmte Lehr- und Lernsituationen. Am Unterricht Beteiligte und auch externe Personen erhalten Einblicke in geäußerte Denk- und Erklärungsprozesse sowie in die dabei verwendete Sprache (vgl. Wagner/Wörn 2011, S. 116). Um die Gesprächssituation möglichst umfangreich abzubilden, können dem Forschungsziel entsprechend sowohl inhaltliche als auch sprachliche Aspekte abgebildet werden. Da der Fachsprache in der Untersuchung eine beson-

dere Bedeutung beigemessen wird, erfordert dies in diesem Fall eine wörtliche Transkription, das heißt Füllwörter, Dialekte, Wortverschleifungen, Wort- und Satzabbrüche, Stottern et cetera werden getreu im Transkript dargestellt. Unverständliche Passagen werden entsprechend gekennzeichnet. Über das Wortprotokoll hinaus werden zusätzliche Detailinformationen kommentiert (zum Beispiel paraverbale Informationen oder nonverbale Aktivitäten der Beteiligten). Pausen werden durch Auslassungspunkte beziehungsweise längere Pausen durch Klammern markiert. Besonders betonte Wörter sowie Stimmhebungen und Stimmensenkungen werden ferner durch bestimmte Hervorhebungen beziehungsweise Zeichen gekennzeichnet. Gesten, Handlungen und emotionale nonverbale Äußerungen, welche die Aussagen stützen oder verdeutlichen, werden beim Einsatz kursiv in Klammern notiert. Wenngleich die Regeln der deutschen beziehungsweise der englischen Rechtschreibung Berücksichtigung finden, werden keine Satzzeichen verwendet. Auf diese Weise werden die Interaktionen und Sprachhandlungen der beteiligten Schülerinnen und Schüler möglichst realitätsnah im Transkript dargestellt. Auf Basis der Transkripte erfolgen anschließend Auswertungen unter Verwendung der Interaktionsanalyse und der Komparation.

Die *komparative Analyse* beziehungsweise *Komparation* wird von Ralf BOHNSACK als „zentrales Element rekonstruktiver Sozialforschung und praxeologischer Methodologie“ (Bohnsack 1999, S. 206) verstanden. Sie führt zur Erkenntnisgenerierung im Sinne einer Theorie- und Typenbildung. Auf dieser Grundlage haben Birgit BRANDT und Götz KRUMMHEUER (vgl. Brandt/Krummheuer 2000; Krummheuer/Brandt 2001) die Methode der Komparativen Analyse für den Gegenstandsbereich Mathematikunterricht in der Grundschule weiter ausgearbeitet. Komparatives Analysieren sehen sie im Kontext von interpretativen Auswertungsverfahren als eine „zentrale Aktivität“ an, bei der „Interpretationen zu verschiedenen beobachteten Realitätsausschnitten“ miteinander verglichen werden (Brandt/Krummheuer 2000, S. 197). Die Komparation steht im Verständnis von KRUMMHEUER und NAUJOK (vgl. Krummheuer/Naujok 1999) für einen methodischen Ansatz, der den gesamten Forschungsprozess bestimmt und demnach weniger für einen einzelnen analytischen Arbeitsschritt. Komparationen sind auf diese Weise sowohl Teil der *Turn-by-Turn-Analyse* (vgl. Kapitel 4.2) als auch ein Mittel, um in einem abschließenden Auswertungsschritt systematisch die

Interpretation einer Interaktionseinheit mit Interpretationen anderer Interaktionseinheiten zu vergleichen:

„Die Interpretationen werden nicht als statisch betrachtet, mit ihnen wird kein Wahrheitsanspruch erhoben; vielmehr können sie im Rahmen der Komparation noch einmal modifiziert werden. Sie stellen eine theoriebezogene Deutung dar, und in der Kontrastierung von Deutungen verschiedener Unterrichtsauschnitte können Schwächen oder Defizite dieser verwendeten Theorien zutage treten, die dann als Grundlage zur theoretischen Weiterentwicklung dienen“ (Krummheuer/ Naujok 1999, S. 67).

Auf diese Weise werden zunächst zu den jeweiligen Transkripten in den verschiedenen Erstellungsphasen die aus der Interaktionsanalyse hervorgehenden zusammenfassenden Interpretationen dargestellt. Zu den Erstellungsphasen erfolgen daraufhin schülerinnen- und schülerbezogene Auswertungen hinsichtlich des Forschungsinteresses (vgl. Kapitel 1). Damit finden die beschriebenen Einflussfaktoren im Erstellungsprozess von PriMaPodcasts Berücksichtigung (vgl. Kapitel 4.1).

4. Methodensetting und -beschreibung

An dieser Stelle werden der Einsatz des Erhebungsinstruments sowie das Vorgehen in der Studie und dessen Auswertung ausführlich dargestellt.

4.1 Erhebungsinstrument PriMaPodcasts

Bei der Entwicklung des *Erstellungsablaufs* wurden zunächst erste Versuche unternommen, die bei Christof SCHREIBER (vgl. Schreiber 2011) nachgelesen und angehört werden können. Um die inhaltliche Qualität der Audio-Podcasts zu erhöhen und gleichzeitig eine tiefere Reflexion über das eigene Wissen zu ermöglichen, wurde ein sechsstufiger Ablauf entwickelt (vgl. Schreiber/Klose 2015). In Anlehnung daran ist für das hier beschriebene Dissertationsprojekt eine eigene Darstellung entstanden (vgl. Abbildung 1), die im Folgenden in Verbindung mit den angeführten theoretischen As-

pekten (vgl. Kapitel 2) näher erläutert wird. Der Erstellungsprozess verläuft wie folgt:

1) *Spontanaufnahme*: Zunächst werden Lerngruppen aus Tandems, das heißt aus jeweils zwei Lernenden, gebildet. Jedes Tandem setzt sich im Folgenden mit einem mathematischen Begriff auseinander und beantwortet die damit zusammenhängende Frage spontan. Die Frage könnte beispielsweise lauten: *Was ist Symmetrie?*

Durch die spontanen Äußerungen zur Thematik werden erste Denk- und Reflexionsprozesse angestoßen, denn „articulation can aid the process of reflection by affording better access to thought itself“ (Pimm 1987, S. 25). Da die Kommunikationspartnerinnen und -partner in ihren Äußerungen wechselseitig Bezug aufeinander nehmen können, handelt es sich bei diesem ersten Schritt um einen mündlich basierten Diskurs, der synchron verläuft.

Die Antworten der Schülerinnen und Schüler werden als Audio-Datei mithilfe eines Aufnahme- beziehungsweise Diktiergerätes mitgeschnitten. Diese erste Aufnahme dient als Lernartefakt. Sie kann später mehrfach angehört werden, um so über das spontan Geäußerte zu reflektieren und gemeinsam Wissen zu aktivieren. Die Aufnahme ist medial-phonisch und konzeptionell mündlich.

2) *Drehbuch I*: Im nächsten Schritt folgt die Planung für die Aufnahme des Audio-Podcasts unter der gleichen Fragestellung. Das Thema für den Audio-Podcast soll von den Lernenden nun derart aufbereitet werden, dass es unabhängig von der Entstehungssituation verstanden wird und auf einem Blog im Internet veröffentlicht werden kann.

Als Zwischenprodukt soll hierfür ein Skript beziehungsweise eine Art Drehbuch erstellt werden, das als Grundlage für die Aufnahme einer ersten Fassung (Rohfassung) dient. Die Möglichkeit der Verwendung von eigenem oder zur Verfügung gestelltem Material (zum Beispiel didaktische Arbeitsmittel, Arbeitsblätter oder Schulbuchseiten) beziehungsweise eine Recherche im Internet sind gegeben. Das Drehbuch entsteht folglich in einem interaktiven und synchron kommunikativen Prozess. Während die Schülerinnen und Schüler mit den verschiedenen Offline- und Online-Quellen kritisch und reflektiert umgehen und das Entnommene mit bereits Bekanntem schriftlich-grafisch in Verbindung setzen, nutzen sie die Strate-

gie *Writing to Learn* (vgl. Meiers/Knight 2007, S. 6). Mündlichkeit und Schriftlichkeit gehen in diesem Schritt demnach fließend ineinander über.

Das entstandene Drehbuch ist medial-grafisch und kann auf der konzeptionellen Ebene, je nach Planung des Drehbuchs, variieren. Handelt es sich um einen schriftlich verfassten Text, ist das Drehbuch konzeptionell eher schriftlich. Wird das Drehbuch stichpunktartig als Redemanuskript geplant, entspricht es konzeptionell eher der mündlichen Kommunikation.

3) *Rohfassung*: Auf Grundlage des schriftlich basierten Drehbuches beziehungsweise Skriptes wird eine Audiodatei aufgenommen. Bei dem Sprachprodukt handelt es sich um einen dialogischen beziehungsweise gesprochenen Text. Beabsichtigen die Lernenden die Rohfassung frei gesprochen zu realisieren, so wird ein konzeptionell mündlicher Text entstehen. Lesen sie vom Drehbuch ab, ist der gesprochene Text konzeptionell eher schriftlich.

Die Rohfassung wird in einem nächsten Schritt, in einer Redaktionssitzung, an welcher eine weitere Lerngruppe sowie eine Lehrkraft teilnehmen, vorgespielt. Insofern handelt es sich bei der Aufnahme um eine asynchrone Form der Kommunikation, da eine Diskussion von Seiten der zuhörenden Lerngruppe erst nach dem Anhören erfolgen kann.

4) *Redaktionssitzung*: In einer gemeinsamen Redaktionssitzung hört die Lerngruppe mit einer weiteren Gruppe und der Lehrperson die entstandene Rohfassung an. Die Lerngruppe erhält Hinweise und Kritik, indem gelungene Aspekte hervorgehoben, Änderungen vorgeschlagen oder gegebenenfalls auch fehlende Aspekte benannt werden. Nach der Rückmeldung der Mitschülerinnen und -schüler ist die Lehrkraft ebenso aufgefordert, Hinweise zum Inhalt und zur Gestaltung zu geben. Gelungenes wird in diesem Schritt deutlich gelobt; Berichtigungen und Ergänzungen werden angeregt. Es handelt sich um einen dialogischen Austausch in Form eines Gruppengesprächs, welches synchron stattfindet. Artefakte wie die entstandenen Audio-Aufnahmen, das Drehbuch sowie weitere Materialien und Arbeitsmittel können dazu unterstützend herangezogen werden.

5) *Drehbuch II*: Mit den Anregungen aus der Redaktionssitzung überarbeitet die Lerngruppe im nächsten Schritt in einem dialogischen Austausch ihr Drehbuch. Es können Teile gänzlich gestrichen, Erläuterungen ergänzt

oder Umstrukturierungen vorgenommen werden. Zudem kann ein neues Drehbuch angefertigt werden. Die Schülerinnen und Schüler überlegen nun gezielter, wie sie Inhalte ansprechend und verständlich übermitteln können.

Bei diesem überarbeiteten Drehbuch handelt es sich ebenso um ein medial-grafisches Zwischenprodukt. In Folge des Überarbeitungsprozesses wird es bezüglich der konzeptionellen Ebene zunehmend verschriftlicht.

6) *Audio-Podcast*: Auf Grundlage des schriftlich-basierten Textes wird eine auditive Endfassung aufgenommen. Es handelt sich dabei um die gesprochene Form eines Schrifttextes. Die Endaufnahme ist eine asynchrone Kommunikationsform, die auf einem Blog im Internet veröffentlicht wird.

Erstellungsphasen mit Lernartefakten	Einflussfaktoren	Kommunikationsform	Darstellungsform der Lernartefakte
1) Spontanaufnahme <i>(Audio-Aufnahme)</i>	Tandems	synchron	medial-mündlich, konzept.mündlich
2) Drehbuch I <i>(schriftliches Dokument)</i>	Arbeitsmittel Materialien	synchron	medial-schriftlich, konzept.variabel
3) Rohfassung <i>(Audio-Aufnahme)</i>		asynchron	medial-mündlich, konzept.variabel
4) Redaktionssitzung		Rückmeldung und Hinweise der Lehrperson und Peergroup	synchron
5) Drehbuch II <i>(schriftliches Dokument)</i>	synchron		medial-schriftlich, konzept.zunehmend schriftlich
6) PriMaPodcast <i>(Audio-Podcast)</i>	asynchron		medial-mündlich, konzept.zunehmend schriftlich

Abbildung 1: Kommentierter Ablauf zur Erstellung von mathematischen Audio-Podcasts (eigene Darstellung)

Im interaktiven und kommunikativen Erstellungsprozess von mathematischen Audio-Podcasts werden Inhalte durchweg in Form eines mündlichen Diskurses ausgehandelt. Es gibt wesentliche Faktoren, die in bestimmten Erstellungsphasen und darüber hinaus Einfluss auf die Gestaltung des Podcasts nehmen können: die Zusammenstellung in Tandems zu Beginn,

die zur Verfügung gestellten Materialien und Arbeitsmittel ab der zweiten Phase sowie das gezielte Fragen und Vorgehen der Lehrperson und die Rückmeldung der anderen Lerngruppe während der Redaktionssitzung. Die Einflussfaktoren in den verschiedenen Phasen werden in Abbildung 1 in Graustufen voneinander abgegrenzt.

Die Arbeit in Tandems ist für den Aushandlungsprozess besonders entscheidend, denn „mathematische Gespräche in Tandems oder Gruppen geben Kindern die Möglichkeit, sich spielerisch und explorativ mathematischen Fragen zu nähern“ (Vogel/Huth 2010, S. 177). In der ersten Phase drücken die Lernenden ihre Begriffsvorstellungen und ihr bisheriges mathematisches Begriffsverständnis spontan aus. Daraufhin kommen im zweiten Schritt zusätzlich die verschiedenen Materialien zum Einsatz. Diese gestatten konkrete Handlungen und stützen mathematische Kommunikations- und Argumentationsprozesse. Die veranlassten Denkprozesse können Einfluss auf den weiteren Verlauf nehmen. Im vierten Schritt erfolgt wiederum ein Eingriff vonseiten der Lehrperson beziehungsweise der anderen Lerngruppe mit einem sprachlichen Feedback. In Anbetracht der Selbstregulierung entscheiden die Schülerinnen und Schüler eigens, welche Hinweise in den folgenden Schritten tatsächlich berücksichtigt werden sollen.

Zur Untersuchung mathematischer Begriffsbildungsprozesse von Schülerinnen und Schülern im bilingualen Kontext wurde die Methode der mathematischen Audio-Podcasts zunächst in einer Pilotierung an einer mehrsprachigen Grundschule in Frankfurt am Main getestet.

Der Pretest der Methode führte zu einer Optimierung des Ablaufs im Rahmen des bilingualen Umfelds und folglich zur Generierung des Erhebungsinstruments. PriMaPodcasts wurden demnach als Verbalisationsmethode unter Berücksichtigung der verschiedenen Kommunikations- und Darstellungsformen und unter Einfluss externer Faktoren im Sinne des Forschungszieles eingesetzt.

Für die *Datenerhebung* wurde ein entsprechendes Untersuchungsdesign konzipiert, das nachfolgend an drei multilingualen hessischen Grundschulen erprobt wurde (vgl. Klose 2015). Erste englische PriMaPodcasts aus der Pilotierung wurden in einem englischsprachigen Blog veröffentlicht und die gesammelten Erfahrungen in einem Onlineartikel näher beschrieben.

Die Audio-Aufnahmen aus der Erhebung wurden im Sinne der Methode auf einem bilingualen Blog (Deutsch/Englisch)¹ im Internet veröffentlicht.

Die *Hauptstudie* fand im Frühjahr/Sommer 2016 an einer hessischen multilingualen Grundschule statt. Acht Schülerinnen und Schüler eines vierten Schuljahres waren für die Hauptstudie vorgesehen. Durch das Fehlen einer Schülerin kam eine weitere Schülerin hinzu, sodass schließlich neun Lernende im Alter zwischen neun und zehn Jahren teilnahmen.

Die Auswahl der beteiligten Personen trafen die beiden Lehrpersonen des vierten Schuljahres. Ausschlaggebend für diese Auswahl war die Motivation und Bereitschaft der Kinder, an einer solchen Studie teilzunehmen. Des Weiteren musste die Zustimmung der Erziehungsberechtigten vorliegen. Nach Analyse und Auswertung der ersten Transkripte aus den vorherigen Anläufen wurde in der Haupterhebung der Fokus auf zwei geometrische Begriffe gerichtet: *Würfel* und *Symmetrie*. Die entsprechenden Aufgaben- beziehungsweise Fragestellungen lauteten:

- *Was ist Symmetrie?*
- *Beschreibe den Würfel. Vergleiche ihn mit anderen geometrischen Körpern.*

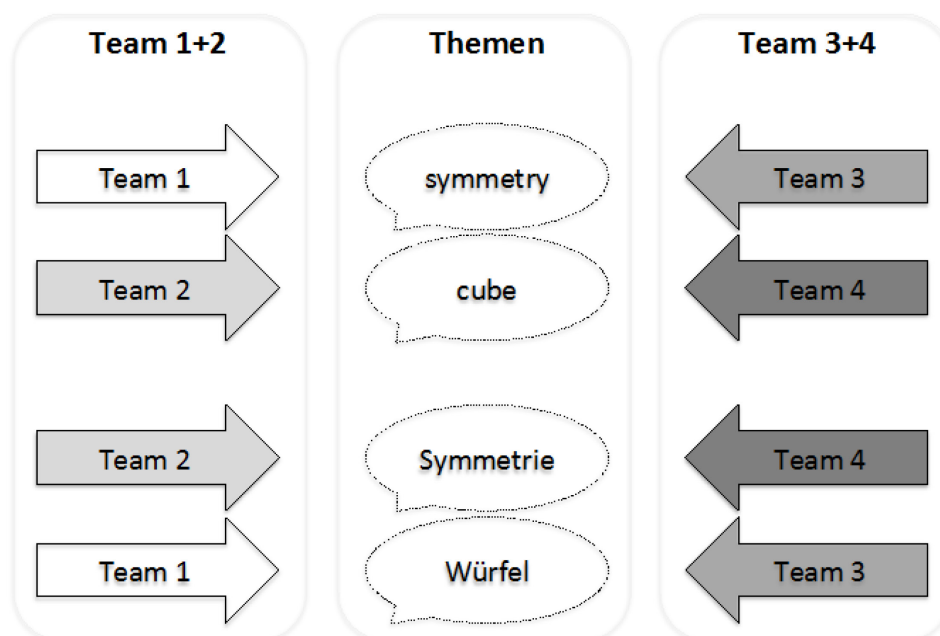


Abbildung 2: Vorgehen in der Hauptstudie (eigene Darstellung)

¹ Webseite des bilingualen Blogs: inst.uni-giessen.de/idm/primapodcast-bili, aufgerufen am 10. Januar 2019.

Zunächst erstellten die Schülerinnen und Schüler einen englischen Audio-Podcast. Auf diese Weise setzten sich Team 1 und Team 3 zeitgleich, in verschiedenen Räumlichkeiten, mit dem Thema *Symmetrie* auf Englisch (*Symmetry*) auseinander. Anschließend lag es an Team 2 und Team 4, einen Podcast in englischer Sprache zum Thema *Würfel* (*Cube*) zu produzieren. Dazu standen allen Teams insgesamt drei Zeitstunden zur Verfügung.

Die beiden Teams mit den gleichen Themen trafen sich jeweils mit der Lehrperson zur Absprache organisatorischer Abläufe und in den Redaktionssitzungen. Im Anschluss daran erstellte jedes Team einen zweiten Audio-Podcast zu einem anderen Thema auf Deutsch. Hatten sich Team 1 und 3 bei den englischen Aufnahmen mit dem Thema *Symmetrie* beschäftigt, setzten sie sich bei den deutschen Aufnahmen mit dem Begriff des *Würfels* auseinander.

Als Verfahren der Datenerhebung entstanden verschiedene Lernartefakte (Zeichnungen, Drehbücher, Audio-Dateien). Weiterhin wurde das Vorgehen der Tandems in den sechs Bearbeitungsphasen video- und audio-grafiert.

4.2 Auswertungsverfahren – die Interaktionsanalyse

Die in Audio- und Videoaufnahmen festgehaltenen Äußerungen und Handlungen werden in Transkripten abgebildet. Auf Grundlage dessen werden nachfolgend fünf Analyseschritte durchlaufen (vgl. Krummheuer 2010, S. 2 f.; Krummheuer/Naujok 1999, S. 68 f.):

1) *Gliederung der Interaktionseinheit*: Zunächst werden Ausschnitte beziehungsweise „Interaktionseinheiten“ (Krummheuer 2010, S. 2) nach bestimmten Kriterien ausgewählt. Je nach Untersuchungsinteresse lassen sich fachspezifische/fachdidaktische, interaktionstheoretische oder linguistische Gliederungskriterien ermitteln. Für die Datenauswertung im Rahmen der hier beschriebenen Dissertation werden allgemein die sechs Erstellungsphasen von PriMaPodcasts als relevante Interaktionseinheiten angesehen. Gemäß dem Forschungsziel werden aus den Einheiten die für die Untersuchung relevanten und aussagekräftigen Szenen ausgewählt und nach den erarbeiteten Kriterien gegliedert. Der Fokus der Untersuchung liegt insbesondere auf den versprachlichten Vorstellungen und dem Be-

griffsverständnis der Subjekte sowie in den entsprechend genutzten fachsprachlichen und kommunikativen Mitteln (vgl. Kapitel 1).

2) *Allgemeine Beschreibung*: Der vermutete Sinngehalt der ausgewählten Ausschnitte wird in einer allgemeinen Schilderung grobgefasst beschrieben.

3) *Ausführliche Analyse der Einzeläußerungen*: Daran anschließend werden die Einzeläußerungen in Gruppen näher betrachtet und zusammen analysiert. Eine gemeinsame Interpretation in Gruppen ermöglicht den Entwurf mehrerer Sichtweisen auf die Situation. Auf diese Weise können möglichst viele Deutungen der Äußerungen und Handlungen zusammengetragen werden. Diesbezüglich ist es erforderlich, die Reihenfolge der Äußerungen zu beachten, um infolgedessen die Interpretation nach vorne offen zu halten. Plausibilisierungen hingegen können lediglich rückwärtsgewandt erfolgen. Ein weiterer Grundsatz liegt darin, dass sich Deutungsalternativen im Verlauf der Interaktion bewähren müssen.

4) *Turn-by-Turn-Analyse*: In einer gemeinsamen Turn-by-Turn-Analyse (engl. *Turn* = Gesprächszug) werden die hervorgebrachten Deutungen dem tatsächlichen Gesprächsverlauf nach erneut abgeglichen, aufeinander bezogen und gegebenenfalls auch wieder eingeschränkt. Eine Analyse des Gesprächs erfolgt demnach *Zug um Zug*. Während des Abgleichs können auftretende Meinungsverschiedenheiten diskutiert und Korrekturen beziehungsweise „repairs“ (engl. *repairs* = Reparaturen) vorgenommen werden. Die gemeinsam ausgehandelten Aspekte werden als geteilt geltendes Wissen betrachtet.

5) *Zusammenfassende Interpretation*: Das hervorgebrachte Wissen wird im letzten Schritt in einer zusammenfassenden Gesamtinterpretation dargelegt. Ziel sollte es sein, die darin immanente Deutungsvielfalt begründet abzubilden. Die zusammenfassenden Interpretationen lassen sich oftmals in Publikationen wiederfinden.

5. Würdigung

Würdigung durch Christof SCHREIBER

Das hier beschriebene Dissertationsprojekt untersucht die bisher wenig erforschten mathematischen Begriffsbildungsprozesse im besonderen Umfeld bilingualen Unterrichts in der Primarstufe. Es ist erforderlich, gerade in Bezug auf die besondere Situation eines kulturell zunehmend heterogenen Umfeldes, in dem Unterricht stattfindet, die mathematische Begriffsbildung auch vor diesem Hintergrund zu betrachten. So wachsen einerseits die Zahl bilingualer Angebote und das Interesse an diesen, andererseits wachsen Schülerinnen und Schüler in Regelschulen durch sprachliche Einflüsse aus Familie und dem weiteren Umfeld oft mehrsprachig auf.

Forschungsmethodisch wird hier innovativ eine besondere Möglichkeit der Versprachlichung durch die Erstellung von *Audio-Podcasts* genutzt. Diese wird durch den besonderen Erstellungsprozess äußerst geschickt so gestaltet, dass medial-phonische und grafische, aber auch konzeptionell eher mündliche und schriftliche Kommunikation miteinander verwoben ist. Dies ermöglicht auch die Untersuchung der Übergänge der medial und konzeptionell verschiedenen Kommunikationsformen. Durch den Erstellungsprozess werden außerdem in den einzelnen Phasen unterschiedliche Elaborationsniveaus der Darstellung für das Forschungsanliegen zugänglich.

In der Spontanaufnahme kann untersucht werden, was Schülerinnen und Schüler spontan und ohne Recherche über ein bereits bearbeitetes Thema äußern können, während in der Rohfassung die sprachlichen Möglichkeiten nach der eigenen Recherche durch die Schülerinnen und Schüler sichtbar werden. Nach Rückmeldung und einem fachlichen Input durch Lehrende und die Peers sowie der Diskussion in der gemeinsamen Redaktionssitzung wird die Endfassung erstellt. Hier kann nun untersucht werden, wie nach einem solchen Lehr- und Lernprozess die Möglichkeiten der sprachlichen Darstellung erweitert werden. Das besondere Setting ermöglicht also, Kompetenzen in der schriftlichen und mündlichen Darstellung auf unterschiedlichen Niveaus und in den beiden Zielsprachen zu untersuchen.

Hervorragend dargestellt ist auch im Rahmen der Beschreibung der Methode die Verbindung zu den theoretischen Grundlagen. Es ist klar nachvollziehbar, wie im Sinne Qualitativer Forschung hier eine treffende Anpas-

sung der Methode (vgl. Schreiber/Schütte/Krummheuer 2015) an den zu untersuchenden Gegenstand stattfindet.

Die für die Untersuchung erforderlichen fachdidaktischen Grundlagen in Bezug auf die Begriffsbildung und deren Bedeutung für den Mathematikunterricht sind sehr gut aufgearbeitet. Die Bildungsstandards und die aktuell grundlegende Diskussion um *Mathematical Literacy* werden im Rahmen der theoretischen Grundlagen angemessen aufgegriffen. Die Hinweise zu den semiotischen Modi halte ich für sehr wichtig. Diese werden im Rahmen der Dissertation nochmals vertieft.

Würdigung durch Susanne VAN MINNEN

Das Forschungsprojekt von Frau Rebecca KLOSE widmet sich einem noch jungen Forschungsfeld, nämlich dem des bilingualen Unterrichts im Fach Mathematik. Dieses gelingt Frau KLOSE in mehrfacher Hinsicht auf originäre Weise: Wie sie selbst zu Beginn des Werkstattbeitrags darstellt, wurden die sprachlichen und kommunikativen Kompetenzen für den Unterricht im Fach Mathematik lange und irrtümlicherweise unterschätzt. Kommunikative sowie sprachliche und kognitive Entwicklung stehen in einem interaktiven Zusammenhang, welcher im Fachunterricht Mathematik beziehungsweise in jedem Bildungskontext zu berücksichtigen ist, damit Bildung sowohl im Fach als auch in der Bildungs- und Fachsprache gelingen kann.

Aus der Sprach- und Kommunikationsforschung ist abzuleiten, dass Sprache und Kommunikation in authentischen Kommunikationssituationen mit realen Kommunikationspartnern und zeitlich ausgedehnten Möglichkeiten zur verbalen Beteiligung nachhaltig erworben werden kann. Genau diese Erkenntnisse setzt Frau KLOSE in ihrem Forschungsprojekt um, indem sie die Erkenntnisse der Psycholinguistik auf den Sachfachunterricht und darüber hinaus auf den Erwerb einer Fremdsprache bezieht.

Die Schülerinnen und Schüler haben in der ausgefeilten Methodik des PriMaPodcasts die Möglichkeit, sich neue fachliche Inhalte in kleinen Arbeitsgruppen und unter Anleitung zu erarbeiten. Die Methodik des PriMaPodcasts besitzt einen hohen Aufforderungs- und Motivationscharakter für die Schülerinnen und Schüler, da sachfachliche Inhalte in Podcasts für andere Schülerinnen- und Schülergruppen nachvollziehbar aufbereitet und dargestellt werden müssen. Der Prozess bis zum fertigen Podcast umfasst sehr viele Schritte und differenzierte didaktische Ziele auf unterschiedlichen Ebenen, welche vom zielgerichteten Sachfachlernen über die

Kommunikation in einer Kleingruppe, die mündliche Diskussion, die Erarbeitung eines Textes in Form eines Drehbuches und die technische Erstellung des Podcasts bis hin zur kritischen Reflexion der eigenen Arbeit reichen. Neben dem Erwerb des Fachvokabulars im Deutschen steht in diesem Untersuchungsdesign zusätzlich die fremdsprachliche Kompetenz im Englischen im Fokus.

In diesem Projekt verbindet Frau KLOSE Fragen der Unterrichtsforschung zur Fachdidaktik Mathematik mit Fragen aus der Grundlagenforschung der Psycholinguistik sowie der jungen Forschungsdisziplin des bilingualen Sachfachunterrichts.

In Verbindung mit der von Christof SCHREIBER entwickelten Methode der PriMaPodcasts leistet Frau KLOSE somit einen herausragenden Beitrag, indem sie wissenschaftstheoretische Anteile aus der Perspektive der Unterrichtsforschung, aus der Perspektive der Psycholinguistik und aus der Perspektive der Methodologie mit praktischen Anteilen, das heißt direkt in der Klasse mit Schülerinnen und Schülern, in Beziehung setzt.

Die originäre Leistung von Frau KLOSE besteht darüber hinaus in der Übertragung und Weiterentwicklung von Theorie und Methodik auf den gelingenden bilingualen Sachfachunterricht. Die Bildungsforschung wird von diesem Beitrag sehr profitieren.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kommentierter Ablauf zur Erstellung von
mathematischen Audio-Podcasts (eigene Darstellung)

Abbildung 2: Vorgehen in der Hauptstudie (eigene Darstellung)

Literaturverzeichnis

- Ackermann, Heike/Rosenbusch, Heinz S. (2002): Qualitative Forschung in der Schulpädagogik, in: König, Eckhard/Zedler, Peter (Hrsg.): Qualitative Forschung – Grundlagen und Methoden, Weinheim/Basel: Beltz, S. 31–54

- Bartolini Bussi, Maria G./Mariotti, Maria A. (2008): Semiotic Mediation in the Mathematics Classroom. Artifacts and Signs after a Vygotskian Perspective, in: English, Lyn D./Bartolini Bussi, Maria G./Jones, Graham A./Lesh, Richard A./Sriraman, Bharat (Hrsg.): Handbook of International Research in Mathematics Education, Lawrence Erlbaum, Mahwah: NJ, S. 746–805
- Becker-Mrotzek, Michael (2003): Mündlichkeit – Schriftlichkeit – Neue Medien, in: Günther, Hartmut/Klotz, Peter/Ossner, Jakob/Siebert-Ott, Gesa/Bredel, Ursula (Hrsg.): Didaktik der deutschen Sprache – Ein Handbuch, Stuttgart: UTB/Schöningh, S. 69–89
- Bohnsack, Ralf (1999): Rekonstruktive Sozialforschung. Einführung in Methodologie und Praxis qualitativer Forschung, Opladen: Leske+Budrich
- Bohnsack, Ralf (2014): Rekonstruktive Sozialforschung. Einführung in qualitative Methoden, Opladen: Budrich
- Brandt, Birgit/Krummheuer, Götz (2000): Das Prinzip der Komparation im Rahmen der Interpretativen Unterrichtsforschung in der Mathematikdidaktik, in: Journal für Mathematik-Didaktik 21 (3/4), S. 193–226
- Breidenstein, Georg/Combe, Arno/Helsper, Werner/Stelmaszyk, Bernhard (2002): Forum qualitative Schulforschung 2. Interpretative Unterrichts- und Schulbegleitforschung, Opladen: Leske+Budrich
- Bruner, Jerome (1971): Studien zur kognitiven Entwicklung, Stuttgart: Klett
- Dresing, Thorsten/Pehl, Thorsten (2013): Praxisbuch Interview, Transkription und Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende [Onlinedokument: audiotranskription.de/praxisbuch, aufgerufen am 10. Januar 2019]
- Dürscheid, Christa (2003): Medienkommunikation im Kontinuum von Mündlichkeit und Schriftlichkeit. Theoretische und empirische Probleme, in: Zeitschrift für angewandte Linguistik 38, S. 37–56
- Eurydice European Unit (2006): Content and Language Integrated Learning (CLIL) at School in Europe [Onlinedokument: eurydice.org, aufgerufen am 10. Januar 2019]
- Flick, Uwe (2010): Konstruktivismus, in: Flick, Uwe/von Kardoff, Ernst/Steinke, Ines (Hrsg.): Qualitative Forschung – Ein Handbuch, Reinbek bei Hamburg: Rowohlt
- Flick, Uwe/von Kardoff, Ernst/Steinke, Ines (2015): Qualitative Forschung – Ein Handbuch, Reinbek bei Hamburg: Rowohlt

- Franke, Marianne/Reinhold, Simone (2016): Didaktik der Geometrie in der Grundschule, Berlin/Heidelberg: Springer Spektrum
- Garfinkel, Harold (1967): Studies in Ethnomethodology, New Jersey: Prentice Hall
- Götze, Daniela (2015): Sprachförderung im Mathematikunterricht, Berlin: Cornelsen
- HKM – Hessisches Kultusministerium (2011): Bildungsstandards und Inhaltsfelder. Das neue Kerncurriculum für Hessen – Primarstufe – Mathematik [Onlinedokument: kultusministerium.hessen.de/sites/default/files/media/kc_mathematik_prst_2011.pdf, aufgerufen am 10. Januar 2019]
- HKM – Hessisches Kultusministerium (2015): Bildungs- und Erziehungsplan für Kinder von 0-10 Jahren [Onlinedokument: bep.hessen.de/sites/bep.hessen.de/files/content-downloads/Bildungs-und_Erziehungsplan_2016-09-23.pdf, aufgerufen am 10. Januar 2019]
- Holly, Werner (1997): Zur Rolle von Sprache in Medien. Semiotische und kommunikationsstrukturelle Grundlagen, in: Muttersprache 1, S. 64–75
- Jörissen, Stefan/Schmidt-Thieme, Barbara (2015): Darstellen und Kommunizieren, in: Bruder, Regina/Hefendehl-Hebeker, Lisa/Schmidt-Thieme, Barbara/Weigand, Hans-Georg (Hrsg.): Handbuch der Mathematikdidaktik, Berlin: Springer Spektrum, S. 385–410
- Klose, Rebecca (2014): PriMaPodcasts im bilingualen Mathematikunterricht, in: Roth Jürgen/Ames, Judith (Hrsg.): Beiträge zum Mathematikunterricht, Münster: WTM
- Klose, Rebecca (2015): Use and Development of Mathematical Language in Bilingual Learning Settings, in: Krainer, Konrad/Vondrová, Nad'a (Hrsg.): Proceedings of the Ninth Conference of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 9, 4–8 February 2015), Prague: Charles University, Faculty of Education and ERME, S. 1421–1426
- KMK – Kultusministerkonferenz (2005): Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich [Onlinedokument: kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_10_15-Bildungsstandards-Mathe-Primar.pdf, aufgerufen am 10. Januar 2019]

- KMK – Kultusministerkonferenz (2006): Konzepte für den bilingualen Unterricht. Erfahrungsbericht und Vorschläge zur Weiterentwicklung [Onlinedokument: kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2006/2006_04_10-Konzepte-bilingualer-Unterricht.pdf, aufgerufen am 10. Januar 2019]
- KMK – Kultusministerkonferenz (2012): Programmskizze – Bildung durch Sprache und Schrift [Onlinedokument: kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_10_18-Initiative_Sprachfoerderung_Programmskizze.pdf, aufgerufen am 10. Januar 2019]
- Koch, Peter/Oesterreicher, Wulf (1985): Sprache der Nähe – Sprache der Distanz. Mündlichkeit und Schriftlichkeit im Spannungsfeld von Sprachtheorie und Sprachgeschichte, in: Romanistisches Jahrbuch 36, S. 15–43
- Krauthausen, Günter (2012): Digitale Medien im Mathematikunterricht der Grundschule, Berlin/Heidelberg: Springer VS
- Krummheuer, Götz (2010): Die Interaktionsanalyse [Onlinedokument: fallarchiv.uni-kassel.de/wp-content/uploads/2010/07/krummheuer_inhaltsanalyse.pdf, aufgerufen am 10. Januar 2019]
- Krummheuer, Götz/Brandt, Birgit (2001): Paraphrase und Traduktion. Partizipationstheoretische Elemente einer Interaktionstheorie des Mathematiklernens in der Grundschule, Weinheim/Basel: Beltz
- Krummheuer, Götz/Fetzer, Marei (2005): Der Alltag im Mathematikunterricht. Beobachten, Verstehen, Gestalten, München: Elsevier
- Krummheuer, Götz/Naujok, Natalie (1999): Grundlagen und Beispiele Interpretativer Unterrichtsforschung, Opladen: Leske+Budrich
- Küppers, Almut (2013): Didaktiken und Methodiken bilingualer Fächer – Mathematik, in: Hallet, Wolfgang/König, Frank G. (Hrsg.): Handbuch bilingualer Unterricht. Content and Language Integrated Learning, Seelze: Kallmayer, S. 308–314
- Laakmann, Heinz (2013): Darstellungen und Darstellungswechsel als Mittel zur Begriffsbildung. Eine Untersuchung in rechnerunterstützten Lernumgebungen, Berlin: Spektrum
- Lamnek, Siegrid (1995): Qualitative Sozialforschung – Methodologie (Band 1), Weinheim: Beltz
- Leisen, Josef (2005): Wechsel der Darstellungsformen. Ein Unterrichtsprinzip für alle Fächer, in: Der Fremdsprachliche Unterricht Englisch 78, S. 9–11

-
- Leisen, Josef (2011): Praktische Ansätze schulischer Sprachförderung – Der sprachensible Fachunterricht [Onlinedokument: hss.de/download/111027_RM_Leisen.pdf, aufgerufen am 10. Januar 2019]
 - Liebold, Luisa (2013): Mathematikunterricht 2.0. Warum Mathematikunterricht verändert werden muss – und wie eine Fremdsprache dabei helfen kann, Hamburg: Diplomica
 - Linneweber-Lammerskitten, Helmut (2013): Sprachkompetenz als integrierter Bestandteil der *Mathematical Literacy?*, in: Becker-Mrotzek, Michael/Schramm, Karen/Thürmann, Eike/Vollmer, Helmut Johannes (Hrsg.): Sprache im Fach. Sprachlichkeit und fachliches Lernen. Fachdidaktische Forschungen (Band 3), Münster/New York/München/Berlin: Waxmann, S. 151–166
 - Maak, Angela (2003): So geht's – Zusammen über Mathe sprechen. Mathematik mit Kindern erarbeiten, Mülheim an der Ruhr: Verlag an der Ruhr
 - Meiers, Marion/Knight, Pat (2007): Writing to Learn, in: NSWIT Research Digest 2007 (1) [Onlinedokument: research.acer.edu.au/digest/3, aufgerufen am 10. Januar 2019]
 - Pimm, David (1987): Speaking Mathematically. Communication in Mathematics Classroom, New York: Routledge
 - Prediger, Susanne/Özgül, Erkan (2011): Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit. Stand und Perspektiven der Forschung und Entwicklung in Deutschland, Münster: Waxmann
 - Reich, Hans H. (2008): Sprachförderung im Kindergarten. Grundlagen, Konzepte und Materialien, Weimar/Berlin: das netz
 - Schipper, Wilhelm (2009): Handbuch für den Mathematikunterricht an Grundschulen, Braunschweig: Schroedel
 - Schleppegrell, Mary J. (2007): The Linguistic Challenges of Mathematics Teaching and Learning – A Research Review, in: Reading & Writing Quarterly 23 (2), S. 139–159
 - Schmidt-Thieme, Barbara (2003): Sprache als Lehr- und Lerninstrument im Mathematikunterricht, in: Karlsruher pädagogische Beiträge 55, S. 127–134
 - Schreiber, Christof (2010): Semiotische Prozess-Karten. Chatbasierte Inskriptionen in mathematischen Problemlöseprozessen, Münster/New York/München/Berlin: Waxmann

- Schreiber, Christof (2011): Digitale Medien und Darstellung im Mathematikunterricht, in: Knaus, Thomas/Engel, Olga (Hrsg.): fraMediale – digitale Medien in Bildungseinrichtungen (Band 2), München: kopaed, S. 123–134
- Schreiber, Christof/Klose, Rebecca (2014): Audio-Podcasts zu mathematischen Themen. Begriffsbildung mit digitalen Medien, in: Ladel, Silke/Schreiber, Christof (Hrsg.): Lernen, Lehren und Forschen mit digitalen Medien in der Primarstufe (Band 2), Münster: WTM, S. 31–60
- Schreiber, Christof/Klose, Rebecca (2015): Mathematische Audio-Podcasts für Lehrerbildung und Schule, in: Knaus, Thomas/Engel, Olga (Hrsg.): fraMediale – digitale Medien in Bildungseinrichtungen (Band 4), München: kopaed, S. 101–111
- Schreiber, Christof/Klose, Rebecca (2017): The Use of Artifacts and Different Representations by Producing Mathematical Audio-podcasts, in: Dooley, Thérèse/Gueudet, Ghislaine (Hrsg.): Proceedings of the Tenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Dublin: DCU Institute of Education and ERME, S. 4008–4015
- Schreiber, Christof/Klose, Rebecca/Kromm, Hannah (2017): „Ton ab – erklär doch mal!“, in: Mathematik differenziert 1, S. 8–11
- Schreiber, Christof/Schütte, Marcus/Krummheuer, Götz (2015): Qualitative Forschungsmethoden in der mathematikdidaktischen Forschung. Von der Anpassung von Methoden zur Entwicklung von Theorie, in: Bruder, Regina/Hefendehl-Hebeker, Lisa/Schmidt-Thieme, Barbara/Weigand, Hans-Georg (Hrsg.): Handbuch der Mathematikdidaktik, Berlin: Springer Spektrum, S. 591–612
- Schütte, Marcus (2009): Sprache und Interaktion im Mathematikunterricht der Grundschule. Zur Problematik einer Impliziten Pädagogik für schulisches Lernen im Kontext sprachlich-kultureller Pluralität, Münster/New York/München/Berlin: Waxmann
- Steger, Thomas (2003): Einführung in die qualitative Sozialforschung (Schriften zur Organisationswissenschaft, Nr. 1), Lehrmaterial [Onlinedokument: hdl.handle.net/10419/58217, aufgerufen am 10. Januar 2019]
- Terhart, Ewald (1978): Interpretative Unterrichtsforschung. Kritische Rekonstruktion und Analyse konkurrierender Forschungsprogramme der Unterrichtswissenschaft, Stuttgart: Klett

- Vogel, Rose/Huth, Melanie (2010): „...und der Elefant in der Mitte“ – Rekonstruktion mathematischer Konzepte von Kindern in Gesprächssituationen, in: Brandt, Birgit/Fetzer, Marei/Schütte, Marcus (Hrsg.): Auf den Spuren Interpretativer Unterrichtsforschung in der Mathematikdidaktik, Münster/New York/München/Berlin: Waxmann, S. 177–207
- Wagner, Anke/Wörn, Claudia (2011): Erklären lernen – Mathematik verstehen. Ein Praxisbuch mit Lernangeboten, Seelze: Friedrich
- Weis, Ingrid (2012): Sprachförderung PLUS. Förderbausteine für den Soforteinsatz im Mathematikunterricht, Stuttgart: Klett
- Winter, Heinrich (1987): Entfaltung begrifflichen Denkens, in: JMD 4 (3), S. 175–204
- de Witt, Claudia/Czerwionka, Thomas (2007): Mediendidaktik, Bielefeld: Bertelsmann
- Zorn, Isabel/Seehagen-Marx, Heike/Auwärter, Andreas/Krüger, Marc (2013): Educasting. Wie Podcasts in Bildungskontexten Anwendung finden, in: Ebner, Martin/Schön, Sandra (Hrsg.): Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien, Projekt L3T 2.0, Berlin: epubli, S. 257–265

Lizenz

Dieser Beitrag steht mit dem Einverständnis des Verlags unter folgender Creative Commons Lizenz: CC BY-NC-SA 4.0 ([creativecommons.org](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)) und darf unter den Bedingungen dieser freien Lizenz genutzt werden.