

DAVID KOLLOSCHÉ

Besondere Anforderungen von Unterrichtsmaterial für Mathematiklernende mit Deutsch als Zweitsprache

Abstract

Although there is a profound body of published research on the situation of students who learn mathematics in a different language than their first language, there is no synthesis of these insights with a focus on the creation of appropriate learning materials for the respective learners. This article first discusses the state of the art of the international and of the Germanophone research field, thereby discussing the issues of language policy, student achievement, and cultural and linguistic differences. On this basis, the article later features seven principles for teaching successfully with respective students, and derives guiding questions for the analysis and development of suitable learning materials.

Keywords

Mathematics education, learning materials, multilingualism, German as a second language

Einleitung

Im Zuge einer gesteigerten Wahrnehmung der Notwendigkeit der Beachtung individueller Unterschiede in Lernvoraussetzungen, -bedürfnissen und -chancen geriet in den letzten Jahrzehnten auch die Situation von Mathematiklernenden mit der Unterrichtssprache als Zweitsprache in den Fokus der fachdidaktischen Forschung. Doch auch wenn die Lage von Schülerinnen und Schülern mit Deutsch als Zweitsprache (DaZ) im Fachunterricht allgemein sowie international die Lage von Schülerinnen und Schülern mit der Unterrichtssprache als Zweitsprache lebendige Forschungsfelder sind, bleibt der Forschungsdiskurs zu Schülerinnen und Schülern speziell mit Deutsch als Zweitsprache und insbesondere im Mathematikunterricht überschaubar. Eine Synthese mit dem Anspruch, Konsequenzen für den Unterricht im Allgemeinen oder gar hinsichtlich der Materialentwicklung zu ziehen, stand aber noch aus. Dieser Beitrag bemüht sich um eine solche Zusammenschau,

präsentiert dafür einige zentrale Ergebnisse des Forschungsfeldes und erarbeitet schließlich konkrete Empfehlungen für Unterrichtsmaterial im Mathematikunterricht.

Vorschläge für Änderungen von Unterrichtspraxis können konservativ oder radikal sein: Konservative Ansätze wollen bestehende Strukturen so weit wie möglich bewahren und innerhalb dieser Strukturen Änderungen verwirklichen. Sie finden leicht Anschluss an die Unterrichtspraxis, laufen aber Gefahr, dass sich die intendierte Innovation im Rahmen der bestehenden Strukturen nicht entfalten kann. Radikale Ansätze möchten die Strukturen hingegen neu aufbauen, um die Umsetzung der intendierten Innovation sicherzustellen, laufen damit aber Gefahr, andere Probleme zu erzeugen und für die Träger der alten Strukturen nicht oder nur schwer umsetzbar zu sein.

Ich trage diese idealtypische Unterscheidung hier vor, weil mir die Inklusionspädagogik aus gutem Grund auf radikale Veränderungen abzielen scheint, während dieser Beitrag einen eher konservativen Ansatz verfolgt. Der Ursprung für die radikale Position der Inklusionspädagogik liegt in einer veränderten Sicht auf das Problemfeld, da erkannt wurde, dass nicht allein das abweichende Kind, das gewisse Lernvoraussetzungen und -bedürfnisse (wie sprachliche Fähigkeiten) nicht vorweist, das Problem ist, sondern dass das Kind durch Strukturen, die gewisse Lernvoraussetzungen und -bedürfnissen voraussetzen, überhaupt erst zum abweichenden Kind gemacht wird und damit verminderte Lernchancen erhält. Inwieweit dieses strukturelle Problem überhaupt umgehbar ist, ist eine spannende theoretische Frage; wie Lernräume aussehen können, die diese strukturellen Probleme (so weit wie möglich) vermeiden, ist eine spannende didaktische Frage. Die Antworten auf diese Fragen laufen vermutlich zwangsläufig auf ein radikales Neudenken von Schule hinaus – schon allein, weil ein Lehrer im Klassenunterricht es schwerlich schaffen kann, auf die unterschiedlichen Lernvoraussetzungen und -bedürfnisse (etwa auf unterschiedliche sprachliche Fähigkeiten und auf unterschiedliche Interessen) angemessen einzugehen.

Ohne der Erforschung und Erprobung eines neu gedachten und möglichst inklusiven Unterrichts die Bedeutung absprechen zu wollen, orientiert sich dieser Beitrag aber am bestehenden System, um aufzuzeigen, welche Möglichkeiten Unterrichtende sofort haben, um ihren Materialeinsatz im Mathematikunterricht für Mathematiklernende mit Deutsch als Zweitsprache zugänglicher zu gestalten. Diese Perspektive ergab sich aus der wissenschaftlichen Begleitung eines Unterrichtsprojekts, in dem genau eine solche Orientierung gefragt war, die in der Literatur aber nicht gebündelt aufbereitet gefunden werden konnte. Mit der Fokussierung auf konservative Ansätze für den Materialeinsatz im Mathematikunterricht mit DaZ-Schülerinnen und Schülern wird sich dieser Beitrag aber fortwährend in einem Spannungsfeld bewegen, in dem Rahmenstrukturen von Schule und Unterricht trotz ihres hier und da problematischen Charakters nicht grundsätzlich infrage gestellt werden. Zumindest wird versucht, zentrale Probleme

der bestehenden Rahmenstrukturen von Schule und Unterricht wo möglich anzusprechen, um ein Bewusstsein zu schaffen für jene problematischen Strukturen, die durch die hier vorgeschlagenen Maßnahmen für die Materialgestaltung noch nicht vermieden werden.

Zum Forschungsstand

Mittlerweile liegen drei englischsprachige Sammelbände (Barwell, 2009b; Barwell, Clarkson, Halai, Kazima, Moschkovich, Planas, Phakeng, Valero & Ubillús, 2016; Halai & Clarkson, 2016a), ein deutschsprachiger Sammelband (Prediger & Özdil, 2011) und zahlreiche Einzelpublikationen zur besonderen Situation von Schülerinnen und Schülern mit der Unterrichtssprache als Zweitsprache im Mathematikunterricht vor. Da viele der internationalen Beiträge Mehrsprachigkeit nicht vor dem Hintergrund von Migration beleuchten, sondern Mathematikunterricht in generell bilingualen Klassenzimmern (bspw. auf Malta, s. Farrugia, 2009; in Katalonien, s. Gorgorió & Planas, 2005; oder in spanischsprachig geprägten Teilen der USA, s. Chval & Khisty, 2009), in Klassenzimmern mit dominanten Kolonial- und verschiedenen Regionalsprachen (bspw. in Südafrika, s. Setati, 2005; oder in Pakistan, s. Halai, 2000) oder in Klassenzimmern mit revitalisierten Regionalsprachen (bspw. in Wales, s. Jones, 2009; in Irland, s. Ní Ríordáin & O'Donoghue, 2009, und im Falle indigener Sprachen in Südamerika, s. Parra, Mendes, Valero & Ubillús, 2016), sind diese oft kaum auf die besondere Situation in Österreich und Deutschland übertragbar. Halai und Clarkson (2016b) meinen zudem, dass der Großteil der Veröffentlichungen der letzten drei Jahrzehnte vornehmlich die Rolle von Sprache im Lernprozess untersucht, dabei aber didaktisch-methodische sowie soziale, kulturelle und politische Aspekte kaum beforscht werden.¹ Unterstützung findet dieser Befund in der Literaturstudie von Setati Phakeng (2016). Dort zeigt die Analyse aller 51 englischsprachigen Zeitschriftenveröffentlichungen zu Mathematikunterricht und sprachlicher Diversität im Zeitraum 1970–2012 einen mehrheitlichen Fokus auf Beschreibungen und Erklärungen des Sprachhandelns der Lernenden. Nur zwei Veröffentlichungen können sozio-politischen Aspekten zugeordnet werden und lediglich sechs Zeitschriftenbeiträge beziehen sich auf die für diesen Beitrag zentrale didaktisch-methodische Frage, wie Mathematiklernen für Lernende mit der Unterrichtssprache als Zweitsprache zu organisieren sei. Auch bezüglich des deutschen Forschungsstands zeichnet sich kein besseres Bild. So beklagen Prediger und Wessel (2011), dass es bisher nur wenige „empirisch fundierte Kenntnisse“ zu sprachlichen Hürden für mehrsprachige Lernende im Fach Mathematik und insbesondere zu „empirisch nachweislich wirksamen“ Förderansätzen gebe (S. 163; s. auch Bredel, 2007). Auch Frenzels (2017) aktuellere Einschätzung lautet ähnlich:

¹ Beiträge zu letzteren Aspekten sind jedoch im Zuge des *socio-political turn* innerhalb der Mathematikdidaktik (Valero, 2004) in den letzten Jahren verstärkt in den Blick geraten, beispielsweise in einigen Beiträgen im Sammelband von Halai und Clarkson (2016a).

Während in den letzten Jahren zahlreiche Studien die sprachlichen Anforderungen im Mathematikunterricht der Regelklassen analysiert haben und sprachensible Unterrichtsmaterialien entwickelt wurden, gibt es für den Mathematikunterricht in Internationalen Förderklassen wie auch in Auffang-, Vorbereitungs- und Willkommensklassen sowie im Regelunterricht mit Zugewanderten noch keine solchen Untersuchungen und erst seit kurzem spezielle Arbeitshefte. (Frenzel, 2017, S. 39)

Die folgende Analyse des Forschungsstandes steht also vor dem Problem, dass die bisherige Forschung zum Mathematikunterricht mit Lernenden mit Deutsch als Zweitsprache das konkrete Unterrichtsmaterial gerade nicht in den Blick nimmt. Sicherlich ist es zwar so, dass Material noch keinen Unterricht macht und häufig der Umgang mit Material, beispielsweise die Intensität der unterrichtlichen Aushandlung seiner Bedeutung, über Unterrichtserfolg entscheidet. Gleichwohl kann Unterrichtsmaterial aber mit bestimmten Anregungen und Aufforderungen Unterricht gezielt in erwünschte Richtungen lenken oder durch bestimmte implizite Hürden Lernmöglichkeiten erschweren. Der aktuelle Forschungsstand soll daher dahingehend untersucht werden, welche Erkenntnisse er *zur Gestaltung von und zum Umgang mit* Material im Mathematikunterricht mit Lernenden mit Deutsch als Zweitsprache bereithält. Die Erschließung des Forschungsgebietes beginnt dabei allgemein und wendet sich erst abschließend wieder der Materialfrage zu.

Vorab gilt es zu beachten, dass der Status „DaZ-Lernende“ eine Homogenität von Lernvoraussetzungen und -bedürfnissen suggeriert, die sich später im Klassenraum nicht antreffen lassen wird. Tatsächlich können Gruppen von DaZ-Lernenden äußerst heterogen sein und sich unterscheiden insbesondere hinsichtlich

- der schulischen Vorerfahrungen, speziell im Fach Mathematik,
- der Beherrschung des Deutschen als Alltags-, Bildungs- und Fachsprache,
- der Beherrschung von Bildungs- oder gar Fachsprache in der Erstsprache,
- des kulturellen Hintergrunds,
- des sozioökonomischen Status und
- der allgemeinen Wertschätzung von Bildung.

Durch diese Unterschiede entstehen für einige DaZ-Lernende Lernhürden. Diese Lernhürden können aber ebenso für Muttersprachler des Deutschen existieren und sich unabhängig vom Fokus auf den Sprachstatus entlang anderer soziologischer Unterscheidungen treffender untersuchen lassen, worauf in diesem Beitrag aber nur am Rande hingewiesen werden kann.

Zur politischen Natur von Mehrsprachigkeit im Klassenzimmer

Sprachliche Diversität ist nicht von Natur aus nachteilig. Sprachlich problematisch wird Unterricht für viele Lernende erst durch die normative Setzung des Deutschen als Unterrichtssprache, wodurch andersartige Sprachkenntnisse in der Regel abgewertet werden und kaum mehr lernförderlich nutzbar sind. Ein Beispiel ist das

Verbot der Verwendung nichtdeutscher Sprachen im Unterricht aus pragmatischen oder sprachpolitischen Gründen. Dass die Bevorzugung des Deutschen keine unterrichtsferne politische Entscheidung bleibt, sondern im Unterrichtsgeschehen seine Wirkung entfaltet, zeigt beispielsweise Schütte (2009), indem er nachweist, dass Mathematiklehrende ihre eingesetzten sprachlichen Mittel eher an den Bedürfnissen deutscher Muttersprachler ausrichten als an den Bedürfnissen von Lernenden mit Deutsch als Zweitsprache (für ähnliche Befunde aus dem englischsprachigen Unterricht s. Tshabalala & Clarkson, 2016). Die im Unterricht gepflegte Nationalsprache wird von Schülerinnen und Schülern zuweilen, insbesondere im Falle europäischer Sprachen, nicht nur als notwendige Wissenschafts-, sondern auch als Herrschersprache verstanden, der gegenüber die eigene Erstsprache als solidarisches Zeichen der Andersheit gepflegt wird (Setati, 2005).

Die ideologische Aufgeladenheit von Diskurs und Praxis zeigt sich auf theoretischer Ebene in simplifizierten und zuweilen dichotom zulaufenden Begriffsfassungen, welche insbesondere auch die Forschungspraxis durchziehen (Halai, Muzaffar & Valero, 2016). So kritisieren schon Leung, Harris und Rampton (1997) für den Fall des englischsprachigen Unterrichts mit Lernenden mit Englisch als Zweitsprache, dass diesen *a priori* unterstellt werde, im Privaten und insbesondere daheim eine andere Sprache als die Unterrichtssprache zu nutzen, das Englische vornehmlich im schulischen Kontext zu erlernen, unabhängig von der von ihnen neben der Unterrichtssprache beherrschten Sprachen und ihres kulturellen Hintergrunds vergleichbare sprachliche Probleme im Mathematikunterricht zu haben und einer weitgehend homogenen Gruppe von Muttersprachlern gegenüberzustehen. Wie die weitere Diskussion hier zeigen wird, halten all diese Annahmen einer näheren Betrachtung nicht stand. Gleichwohl können sie den Blick auf Mehrsprachigkeit im Mathematikunterricht dogmatisch verklären und zu einer defizitären Betrachtung der Situation mehrsprachiger Lernender beitragen.

Sprachliche Defizite liegen also nicht allein im Lernenden begründet, sondern ergeben sich erst in der Art und Weise, wie das System Schule seinen Umgang mit sprachlicher Diversität regelt. Sprachlich bedingte Leistungsunterschiede sind damit ein Phänomen, dem letztlich nicht allein didaktisch begegnet werden kann, sondern welches auch bildungspolitisch verhandelt werden muss. Ein radikaler Gegenentwurf zu einer solchen Praxis wäre beispielsweise die rechtlich verbindliche schulische Förderung von Migrantensprachen in ähnlicher Weise, wie auch autochthone Sprachen in Europa (wie bspw. das Slowenische in Kärnten oder das Sorbische in Deutschland) schulisch verankert sind (vgl. Rehbein, 2011). In ähnlichem Sinne argumentiert Cummins (2000), dass ein sprachlich wahrlich emanzipativer Unterricht ein mehrsprachiger wäre, der gesellschaftliche Strukturen grundsätzlich hinterfragen würde. Im Sinne einer Emanzipation von Mehrsprachigkeit im Mathematikunterricht versuchen neue Erklärungsansätze, eine Defizitperspektive auf Mehrsprachigkeit zu überwinden und darzulegen, inwiefern Mehrsprachigkeit im Mathematikunterricht lernförderlich sein kann, beispielsweise

durch die Betrachtung von Sprache als Ressource (Barwell, 2018) oder durch die Hervorhebung der sozio-politischen Dimension sprachlicher Repräsentation (Chronaki & Planas, 2018).

Trotz aller Forschungsbemühungen erzeugen die unterschiedlichen Erwartungen an das fachliche Lernen von Schülerinnen und Schülern mit der Unterrichtssprache als Zweitsprache didaktische Dilemmata, mit denen der Lehrende im Unterricht tagtäglich umgehen muss. Adler (2002) hat in einer südafrikanischen Studie die von Lehrenden beschriebenen Dilemmata untersucht. Ein erstes Spannungsfeld ergibt sich aus der Frage, ob Lehrerinnen und Lehrer im Interesse des Mathematiklernens die Nutzung anderer Sprachen als der Unterrichtssprache befürworten sollen oder ob eine solche Nutzung nicht sowohl das allgemeine als insbesondere auch das fachbezogene Lernen der Unterrichtssprache konterkarieren (S. 72–93). Im zweiten Spannungsfeld ist auszuhandeln, ob Rückmeldungen von Lehrern und Lehrerinnen eher auf den Aufbau sprachlicher oder auf den Aufbau fachlicher Kompetenz abzielen sollen (S. 94–114). Ein drittes Spannungsfeld besteht schließlich in der Frage, inwieweit sonst implizit genutzte Besonderheiten der Unterrichtssprache zum Nutzen bilingualer Lernender unter entsprechendem Zeitaufwand im Unterricht explizit besprochen werden sollen (S. 115–134). Das Dilemma besteht nun darin, dass Lehrende sich zwischen der Förderung der Unterrichtssprache und fachlichem Verstehen entscheiden müssen.

Die Etablierung des Deutschen als Unterrichtssprache ist schließlich auch verantwortlich für das Dilemma, welches sich stellt, wenn zwischen einer Sprachförderung im Deutschen und der lernförderlichen Nutzung nichtdeutscher Sprachen im Unterricht entschieden werden muss. Während die Entscheidung im allgemeinen Schulwesen oft für die alleinige Verwendung des Deutschen ausfällt, kann ebenso gut allein die Förderung mathematischer Kompetenzen im Vordergrund stehen. Der unterstützenden Verwendung nichtdeutscher Sprachen im Unterricht sind freilich dennoch Grenzen gesetzt, die ganz praktischer Natur sind, beispielsweise in Form der vom Unterrichtenden beherrschbaren Sprachen.

Befunde zur Mathematikleistung von DaZ-Lernenden

Das deutsche Schulsystem schafft es nachweislich deutlich schlechter als die Schulsysteme anderer Länder, Lernende mit Migrationshintergrund zur Verwirklichung ihres Leistungspotentials zu führen. So zeigen Lernende mit Migrationshintergrund in vielen Fächern, auch in Mathematik, im Mittel deutlich schlechtere Leistungen als Lernende ohne Migrationshintergrund, ohne dass ein generell vermindertes Leistungspotential vorliegt (OECD, 2007). Da der Anteil von Lernenden mit Migrationshintergrund an den DaZ-Lernenden sehr groß ist, lassen sich diese Ergebnisse auf die Situation von Lernenden mit Deutsch als Zweitsprache übertragen.

Die Leistungsunterschiede von DaZ-Lernenden werden häufig auf unterschiedliche sprachliche Fähigkeiten zurückgeführt, welche sich nachweislich negativ auf schulische Lernzuwächse auswirken können (Herwartz-Emden, 2003). Dollmann und Kristen (2010) ordneten in ihrer Untersuchung von 766 Grundschülerinnen und Grundschulern mit türkischem Migrationshintergrund 35% als kompetent bilingual und 16% als sprachlich assimiliert, jedoch auch 18% als monolingual segmentiert und 32% als sprachlich marginalisiert ein. Verallgemeinernd kann also angenommen werden, dass ein großer Teil der Schülerinnen und Schüler mit nicht-deutscher Erstsprache über nur eingeschränkte sprachliche Fähigkeiten in der Unterrichtssprache verfügt. Für Deutschland wurde der Anteil der Schülerinnen und Schüler mit nicht-deutscher Erstsprache vor einem Jahrzehnt noch auf 20% geschätzt (Chlosta & Ostermann, 2008); in Österreich ergab eine Erhebung jüngst einen Anteil von 25% von Schülerinnen und Schülern mit nicht-deutscher Umgangssprache (Statistik Austria, 2017).

Auch im Mathematikunterricht ließen sich schlechtere Mathematikleistungen von Lernenden mit Deutsch als Zweitsprache auf fehlende sprachliche Fähigkeiten zurückführen (Tiedemann & Billmann-Mahecha, 2004). In seiner Untersuchung von Grundschülerinnen und -schulern argumentiert Mücke (2007), dass Unterschiede in den sprachlichen Fähigkeiten den größten Erklärungswert für die unterschiedlichen Mathematikleistungen aufweisen. In anderen Studien lassen sich Leistungsunterschiede zwischen Lernenden mit Deutsch als Erst- und als Zweitsprache sogar vollständig auf unterschiedliche Deutschkenntnisse zurückführen (Heinze, Herwartz-Emden, Braun & Reiss, 2011). Dazu passt, dass Leistungsunterschiede zwischen Lernenden mit Deutsch als Erst- und als Zweitsprache in der Grundschule nicht länger nachweisbar waren, als Aufgaben nicht sprachlich, sondern symbolisch gestellt wurden (Heinze et al., 2011), ein Effekt, der auch international festgestellt wurde (bspw. von Mestre, 1986). Zusammengefasst lässt sich also konstatieren, dass Deutsch als Unterrichtssprache für Lernende mit Deutsch als Zweitsprache eine strukturell gesetzte und nicht in dieser Form notwendige Partizipationshürde darstellt.

Gellert (2011) geht so weit zu postulieren, dass im Mathematikunterricht „fachliches Lernen wesentlich als Sprachlernen verstanden werden“ könne (S. 98), um durch diese Verkürzung den Fokus besonders auf die sprachlichen Voraussetzungen für Lernprozesse zu lenken, die auch unter Lernenden mit Deutsch als Erstsprache durchaus variieren können. Insgesamt lassen sich daher, wie in den folgenden Unterkapiteln umgesetzt, die unterschiedlichen Lernvoraussetzungen von Lernenden mit Deutsch als Erst- oder Zweitsprache treffender als sprachstandspezifisches Problem denn als vorrangig migrationsbedingtes Problem konzeptualisieren (idem). So zeigen sich für bildungsfern sozialisierte Schülerinnen und Schüler, ob nun deutsch monolingual oder mit Deutsch als Zweitsprache, eher vergleichbare Verständnishürden als etwa in der Gruppe sozioökonomisch sehr unterschiedlich sozialisierter Lernender mit Migrationshintergrund. Damit lässt sich

die Situation von Lernenden mit Deutsch als Zweitsprache zu großen Teilen im Rahmen einer allgemeinen sprachlichen Diversität im Mathematikunterricht diskutieren, womit dann zusätzlich die unterschiedlichen Lernvoraussetzungen eines breiteren Ausschnitts aus der Gruppe der Lernenden über die Frage nach der Erstsprache hinaus in den Fokus rücken. Gleichwohl können sich Unterschiede im kulturellen Hintergrund von Lernenden mit Deutsch als Zweitsprache im Unterricht auswirken; diese werden hiernach gesondert diskutiert.

Wenngleich Mehrsprachigkeit zuweilen mit problematischen Sprachkenntnissen und unterdurchschnittlichen Mathematikleistungen einhergeht, stehen mehrsprachigen Lernenden durch das Beherrschen einer nicht-deutschen Erstsprache sprachliche Mittel zur Verfügung, die diese Schüler oft vorteilhaft zu nutzen wissen. Trivial ist dies beispielsweise, wenn bei der Arbeit mit türkisch nahezu monolingualen Kindern der ersten Einwanderergeneration im deutschen Mathematikunterricht das Türkische sozusagen als Vermittlungssprache hin zur deutschen Sprachkompetenz genutzt wird (Heil, Kay, Kurth, Nikolai, Menk & Mönch-Bucak, 1979). Unter bilingualen Schülern und Schülerinnen ist aber beispielsweise die Strategie des *code-switching* üblich, bei dem Elemente der Erst- und der Unterrichtssprache in Lernsituationen unter Schülerinnen und Schülern verständnisfördernd gemischt werden (Özdil, 2010). Allgemein wurde die These von Lambert (1977) und Cummins (1978), dass bilinguale Schüler, die sowohl ihre Erstsprache als auch die Unterrichtssprache souverän beherrschen, generelle kognitive Vorteile haben (vermutlich durch die Entwicklung meta-kognitiver Fähigkeiten, entstanden durch das komplexere Sprachenlernen oder dem Erfolg dieses Sprachenlernens bereits zugrundeliegend), welche sich letztlich auch förderlich auf das Mathematiklernen auswirken, mehrfach empirisch bestätigt (Dawe, 1983; Clarkson, 1992; Secada, 1992; Clarkson, 2006). Insbesondere für den deutschen Sprachraum konnten Dollmann und Kristen (2010) zeigen, dass Kinder mit türkischem Migrationshintergrund und mittleren Deutschkenntnissen bessere Mathematikleistungen erzielen, wenn sie kompetent Türkisch sprechen. Es gibt also Grund zur Annahme, dass Mehrsprachigkeit eine lernförderliche Ressource darstellt, allerdings offenbar nur bei ausreichend entwickelten sprachlichen Fähigkeiten. So zeigen Meyer und Prediger (2011) in einer Studie mit türkisch-deutsch bilingualen Kindern, dass die Nutzung beider Sprachen im Lernprozess gegenüber der alleinigen Nutzung des Deutschen deutliche Vorteile im Erarbeitungsprozess bringt, letztlich aber bei begrenzten Fähigkeiten in der Erstsprache auch hinderlich sein kann. Rehbein (2011) kommt zu ähnlichen Ergebnissen.

Ausschlaggebend scheinen jedoch nicht allein die sprachlichen Fähigkeiten zu sein, sondern auch die Frage, welcher Sprachhandlung im Unterrichtsetting welche Wertschätzung entgegengebracht wird. So konnten Swain und Cummins (1979) positive Effekte von Mehrsprachigkeit auf das Mathematiklernen eben dann

aufzeigen, wenn die Erstsprache nicht gegenüber der Unterrichtssprache abgewertet oder gar unterdrückt, sondern als möglichst gleichberechtigt behandelt und gefördert wird. Dabei weisen Forschungsergebnisse aus der Untersuchung einer spanisch-englischen dritten Grundschulklasse von Moschkovich (1999) darauf hin, dass ein kommunikativer Fokus auf die Diskussion von Inhalten vorteilhaft ist und nur dann für sprachliche Aushandlungen unterbrochen werden sollte, wenn sprachliche Unklarheiten als klare Hürden für das fachliche Lernen erkennbar werden.

In den folgenden Unterkapiteln soll nun, nach einer kurzen Betrachtung der Einflüsse kultureller Unterschiede, intensiv auf sprachlich bedingte Hürden im Mathematikunterricht eingegangen werden.

Kulturell bedingte Unterschiede bei den Lernvoraussetzungen

Zwar lässt sich Sprache durchaus als Teil von Kultur verstehen; es gibt allerdings auch Aspekte von Kultur, die mit Sprache höchstens indirekt in Beziehung stehen. Zuweilen haben diese Aspekte enge Verbindungen zu mathematischen Inhalten wie etwa die Zahlenordnung am Zahlenstrahl, welche beispielsweise in arabischen Kulturen vermutlich aufgrund einer gegenüber europäischen Kulturen umgekehrten Schreib- und Fingerzählrichtung nicht rechtssinnig, sondern linkssinnig aufsteigend verläuft (Pitt & Casasanto, 2014). Bei der Frage des Vorhandenseins inhaltlich relevanter Vorerfahrungen oder kulturell vermittelter Einstellungen zum Lernen und zum Fach Mathematik stehen die kulturellen Aspekte jedoch in einem höchstens indirekten Zusammenhang zum Mathematiklernen. Ihre Beachtung ist dennoch angezeigt, wenn sich die Diskussion der besonderen Situation Lernender mit Deutsch als Zweitsprache nicht einseitig auf sprachliche Aspekte konzentrieren und damit wichtige Unterschiede in den Lernvoraussetzungen aus dem Blick verlieren soll (Setati Phakeng, 2016). Allgemein unterscheiden sich die Sozialisationsbedingungen je nach ethnischen Hintergrund deutlich (Herwartz-Emden, Schurt & Waburg, 2010), wobei auch der sozioökonomische Hintergrund der Lernenden hoch mit der ethnischen Herkunft korreliert und damit einen Teil dieser Unterschiede zu erklären vermag (Bos & Pietsch, 2006).

Unterschiedliche kulturelle Hintergründe beeinflussen unterschiedliche Vorerfahrungen, die sich entsprechend auch nur unterschiedlich effizient für das Mathematiklernen nutzen lassen. So baut eine Unterrichtseinheit zur Bruchrechnung anhand der Kettenschaltung eines Fahrrads auf einen für viele deutsche Schülerinnen und Schüler leicht zugänglichen Erfahrungsbereich auf, kann aber für Schülerinnen und Schüler aus Kulturen, in denen Fahrräder kaum genutzt werden, schwer zugänglich sein. Ebenso kann ein unterschiedliches kulturelles Verständnis dazu führen, dass Kontexte seitens Lernender mit Deutsch als Zweitsprache anders als intendiert gedeutet werden (Duarte, Gogolin & Kaiser, 2011). Teilweise sind solche kulturellen Unterschiede auch sozioökonomisch bedingt. In der Regel werden in der Mittelschicht übliche Kontexte zum Nachteil von Kindern aus der

Arbeiterschicht als Ausgangspunkt von mathematischen Betrachtungen gewählt, beispielsweise wenn es um die Planung einer Radtour oder um den Tacho eines Fahrrads geht (Rösch & Paetsch, 2011, S. 67f.).

Doch auch Einstellungen zu Mathematik und schulischem Lernen können sich von Kultur zu Kultur unterscheiden, beispielsweise hinsichtlich der Frauen zugeschriebenen Eignung für Berufe aus dem MINT-Bereich (Gorgorió & Planas, 2005). Entsprechende Unterschiede wurden bezüglich des Mathematikunterrichts in Deutschland im Rahmen vorschulischer Förderangebote untersucht (Gogolin, Kaiser, Roth, Deseniss, Hawighorst & Schwarz, 2004). Allgemein weisen Kinder und Eltern mit Migrationshintergrund in Deutschland eine durchschnittlich höhere Bildungsaspiration auf als solche ohne Migrationshintergrund; zuweilen stellen die Bildungschancen gar eine zentrale Motivation der Migration dar (vgl. Deseniss, 2015, S. 20). So verwundert es nicht, wenn Forschungsergebnisse von Deseniss (2015) nahelegen, dass Lernende mit Migrationshintergrund stärker als Lernende ohne Migrationshintergrund mathematische Leistungen vor dem Hintergrund ihrer Karrierechancen betrachten und durch ihren Lerneinsatz bedingt sehen (S. 336). Unterschiedliche Einstellungen zum Mathematikunterricht können schon darin begründet liegen, dass Lernende und deren Eltern andere Formen von Erziehung und Beschulung gewohnt sind und antizipieren – insbesondere, aber nicht ausschließlich traditionellere, strengere und lehrerzentriertere Formen. So fand Deseniss (2015) am Beispiel von Schülern und Schülerinnen mit türkischem und russischem Migrationshintergrund eine sonst schwach ausgeprägte Vorliebe für lehrerzentrierte Unterrichtsformen. Die Einstellungen zur Mathematik sind dabei aber keineswegs homogen zwischen Lernenden mit Migrationshintergrund. So zeigten die von Deseniss (2015) untersuchten Lernenden mit russischem Migrationshintergrund eine große Wertschätzung der Mathematik als Denkschule und gesellschaftlich wichtige Ressource, während solche Vorstellungen den untersuchten Lernenden mit türkischem Migrationshintergrund eher fremd waren.

Sprachlich bedingte Unterschiede bei den Lernvoraussetzungen

Eine Sprache zu beherrschen bedeutet nicht nur, das Vokabular dieser Sprache möglichst umfassend zu kennen, sondern auch, typische sprachliche Strukturen erkennen und nutzen zu können. Vokabular und sprachliche Strukturen können sich dabei bereits innerhalb nur einer Sprache je nach Verwendungskontext erheblich unterscheiden. Im deutschen Diskurs werden meist die Alltagssprache, die Bildungssprache und die Fachsprache als sprachliche Register, also sozial geprägte und spezialisierte Ausprägungen einer Sprache, unterschieden (Gogolin, 1988). Diese Unterscheidung ist teilweise nicht ideal, da auch die alltägliche Sprache zwischen den gesellschaftlichen Schichten stark variiert und im Falle von bildungsnahen Familien bereits stark der Bildungssprache ähnelt, im Falle von bildungsfernen Familien aber deutlich andere Charakteristika aufweist. Zuweilen werden daher auch andere Unterscheidungen sprachlicher Register herangezogen

wie Bernsteins Unterscheidung horizontaler und vertikaler Diskurse (Bernstein, 1959, 1996).² Im horizontalen Diskurs baut die Kommunikation vor allem auf geteilten Erfahrungen auf, ist damit kontextgebunden und für Außenstehende oft schwer verständlich; der „vertikale Diskurs hingegen verweist auf eine Wissensorganisation, die nicht durch erfahrbare Kontexte strukturiert ist, sondern durch die interne Logik einer spezialisierten Praxis“ (Gellert, 2011, S. 103). Im Sinne von Objektivität in einer wissenschaftlich-technisierten Gesellschaft wird dem vertikalen Diskurs in der westlichen Weltanschauung ein höheres Prestige eingeräumt (Hasan, 2001, S. 48f.), welches sich auch in allen Schulfächern widerspiegelt und eine Erklärung (unter vielen) ist für die strukturelle Benachteiligung Lernender mit bildungsfernem Hintergrund im Mathematikunterricht (Gellert, 2012; erhellend aus dem anglophonen Diskurs auch Cooper & Dunne, 2000).

Da mehrsprachige Lernende in den verschiedenen Registern der von ihnen beherrschten Sprachen unterschiedlich versiert sein können, stellen sich ihnen auch sehr unterschiedliche sprachliche Probleme. So mag ein Lernender in seiner Erstsprache nur das Alltagssprachliche Register beherrschen und bildungs- sowie fachsprachliche Register durch die Beschulung in Deutschland auf Deutsch ausbilden, wodurch die Erstsprache höchstens zur Erschließung von Alltagskontexten hilfreich ist, während ein anderer Lernender durch eine frühere Beschulung in seinem Herkunftsland bereits bildungs- und fachsprachliche Register in seiner Erstsprache beherrscht, auf Deutsch jedoch nur im Alltagssprachlichen Register kommunizieren kann und daher im Mathematikunterricht einer rein sprachlich bedingten Barriere gegenübersteht. Besondere Schwierigkeiten zeigen sich dann, wenn die Erstsprache des Lernenden gar kein bildungssprachliches Register besitzt (Schroeder, 2007). Unterschiedliche Grade der Beherrschung bildungs- und fachsprachlicher Register in der Unterrichtssprache können trotz inhaltlich richtigem Verständnis und vorhandenen intellektuellen Fähigkeiten zu Verständnis- und Leistungshürden werden, und das bereits für Muttersprachler des Deutschen, umso mehr aber für Lernende mit Deutsch als Zweitsprache (Gellert, 2011; für ein konkretes Beispiel s. Prediger & Wessel, 2011). Insbesondere konnte Deseniss (2015) in einer explorativen Studie zeigen, dass eine Beschreibung der Eigenheiten der mathematischen Fachsprache Lernenden ohne Migrationshintergrund deutlich besser gelingt als Lernenden mit Migrationshintergrund. Als Lernender mit Deutsch als Zweitsprache zu einem sicheren Umgang mit Bildungs- und Fachsprache aufzuschließen, kostet jedoch Zeit. So können Lernende einer neuen Sprache zwar innerhalb von nur zwei Jahren Alltagssprachliche Fähigkeiten erwerben (Cummins, 2010), das Erlernen des bildungssprachlichen Registers erfordert aber, zumindest im Deutschen, vier bis acht Jahre (August & Shanahan,

² In seinem Frühwerk verwendet Bernstein (1959) noch die Begriffe des restringierten und elaborierten Sprachcodes. Einige Studien beziehen sich nicht auf die Soziolinguistik Bernsteins, sondern auf die von Cummins (1979) später aus pädagogischer Perspektive entwickelte Unterscheidung zwischen *basic interpersonal communication skills* und *cognitive academic language proficiency*.

2006). Dabei kann das Beherrschen des fachsprachlichen Registers in der Erstsprache das Erlernen des fachsprachlichen Registers in der Unterrichtssprache durchaus erleichtern (Celedón-Pattichis, 2004).

Bei näherer Betrachtung des Vokabulars zeigen sich unterschiedliche Schwierigkeiten. Zunächst können bereits Begriffe des alltagssprachlichen Registers verständnisrelevant sein, wenn sie nämlich als typische Bezeichnungen von Grundvorstellungen zur Erarbeitung mathematischer Inhalte dienen, wie etwa die Vorstellungen des Dazutuns, Zusammenlegens oder Wegnehmens für die Addition und Subtraktion (Grießhaber, 2011). Hinzu kommen Worte des bildungssprachlichen Registers, die vor allem in Sachaufgaben zu Verständnishürden auch für Lernende mit Deutsch als Erstsprache werden können, insbesondere wenn traditionelle Sachkontexte beschrieben werden, die heute vermindert im öffentlichen Diskurs vertreten sind (bspw. Bergbau). Begriffe des fachsprachlichen Registers sind im Deutschen, anders als in anderen Sprachen, in denen Fachwörter aus dem Lateinischen oder Altgriechischen entlehnt wurden, zudem oft eingedeutscht, woraus sich verständnishemmende Mehrdeutigkeiten der Begriffe ergeben können (bspw. beim Begriff des Verhältnisses, welches sowohl zwischen Menschen als auch zwischen Zahlen bestehen kann, s. Özdil, 2011, S. 136). Verständnishürden durch die Mehrdeutigkeit zentraler mathematischer Begriffe zeichnen das Mathematiklernen von der Vorschulzeit (bspw. bei den Begriffen „mehr“ und „weniger“, s. Walkerdine, 1988) bis ins Studium (bspw. bei den logischen Konnektoren „und“ und „oder“, s. Durand-Guerrier, Kazima, Libbrecht, Ngansop, Salekhova, Tuktamyshev & Winsløw, 2016). Erschwerend hinzu kommen dann in allen Registern grammatikalische Eigenheiten des Deutschen, die das Vokabular durch Nominalisierungen und Komposita um schwer verständliche Worte anschwellen lassen (Rösch & Paetsch, 2011).

Insbesondere das Leseverständnis wird zusätzlich erschwert durch die Komplexität der Satzbildung im bildungssprachlichen Register, welche geprägt ist durch die häufige Verwendung von Nebensätzen, Präpositionalphrasen und attributiven Ergänzungen (Rösch & Paetsch, 2011). Die synthetischen Anteile der deutschen Grammatik, also das Ausdrücken grammatikalischer Bedeutung durch Wortvariationen (z. B. durch Konjugation oder Deklination), erlauben dabei eine flexible Zusammenstellung neuer Sätze. Deren Verständnis hängt dann aber umso mehr davon ab, dass die Bedeutung der Wortvariationen auch im komplexen Spezialfall verstanden wird, was Lernenden mit Deutsch als Zweitsprache oft schwerfällt. Erschwerend hinzu kommen Veränderungen im Satzbau, beispielsweise hinsichtlich der Stellung des Verbs im Nebensatz. Somit erzeugt besonders elaboriertes Formulieren für Lernende mit begrenzter Kenntnis der deutschen Bildungssprache regelmäßig Verständnishürden. So wurde insbesondere bezüglich des Verständnisses von Sachaufgaben im Mathematikunterricht durch Lernende mit Migrationshintergrund die Komplexität des bildungssprachlichen Registers als wesentliche Verständnisbarriere identifiziert (Gogolin et al., 2004). An Einzelfällen lässt sich

detailliert nachvollziehen, wie sprachliche Komplexität ein inhaltliches Verständnis blockieren kann (Özdil, 2011). Zuweilen scheint die sprachliche Komplexität des Deutschen selbst für Aufgabensteller und Lehrende zum Ausgangspunkt grammatikalisch schlicht falscher und daher schwer verständlicher Formulierungen zu werden (Rösch & Paetsch, 2011, S. 69). In der nachfolgenden Tabelle wird zur Illustration und Orientierung dargestellt, in welchen Etappen sich der Erwerb des Deutschen als Zweitsprache in der Regel vollzieht und welche grammatikalischen Konstruktionen dabei besonders spät erlernt werden.

Stufe	Kennzeichen der Erwerbsstufe	Beispiel
6	Erweiterte Partizipialattribute	Das <i>in der vorherigen Stunde konstruierte</i> Dreieck ...
5	Eingeschobene Nebensätze	Das Dreieck, <i>das zuvor konstruiert wurde</i> , ...
4	Angehängte Nebensätze	Man weiß, <i>dass es gleichseitig ist</i> .
3	Vorangestellte Adverbialien	<i>Daher</i> kommt das.
2	Separierung von Hilfsverben	Wir <i>sollen</i> das anders <i>machen</i> .
1	Finites Verb	Ich <i>versteh</i> .
0	Bruchstückhafte Äußerungen	<i>Zeichnen jetzt!</i>

Tab. 1: Erwerbsstufen des Deutschen als Zweitsprache nach Griebhaber (2011, S. 82)

Die mathematische Fachsprache umfasst über die Eigenheiten des bildungssprachlichen Registers hinaus spezielle sprachliche Muster, deren Verständnis und Verwendung erlernt werden muss. Diese umfassen neben grammatikalischen Besonderheiten (Pimm, 1987, S. 77ff.), beispielsweise bei der Verwendung des Konjunktivs beim Formulieren hypothetischer Annahmen, insbesondere die Verwendung verschiedener Redewendungen zur Repräsentation mathematischer Sachverhalte wie etwa im Falle der schwer verständlichen Phrase „bei jedem vierten Schuss ein Treffer“ (Özdil, 2011). Unterschiedlichen Sprachen gelingt es dabei mit sehr unterschiedlichem sprachlichem Aufwand, mathematische Strukturen treffend zu beschreiben (Edmonds-Wathen, Trinick & Durand-Guerrier, 2016), wobei sich das Deutsche keinesfalls als überdurchschnittlich geeignet auszeichnet.

Zu besonderen Problemen führen schließlich intersprachliche Interferenzen, also Überlagerungen ähnlich wirkender, in der Tat aber unterschiedlicher Bedeutungen sprachlicher Konstrukte. So berichtet Frenzel (2017), dass der Bruch „drei Viertel“ im Türkischen wörtlich als „in vieren drei“ bezeichnet wird. Die Reihenfolge des Nennens von Zähler und Nenner ist hier gegenüber dem Deutschen also vertauscht und kann zu Missverständnissen führen. Bekannt sind solche Überlagerungen vor allem durch die eigentümliche Zahlwortbenennung im Deutschen. Anders als in fast allen anderen Sprachen wird im Deutschen zwar „27“ geschrieben, aber

„siebenundzwanzig“ gesagt, die Sprechreihenfolge der Ziffern gegenüber der Schreibreihenfolge also vertauscht. Dies führt selbst unter Lernenden mit Deutsch als Erstsprache regelmäßig zu Verständnisproblemen, ist aber umso problematischer, wenn aus der Erstsprache eine der Schreibrichtung entsprechende Sprechreihenfolge wie *twenty-seven* verinnerlicht ist (Frenzel, 2017). Zwischen-sprachliche Interferenzen können jedoch auch auf subtilerer Ebene auftauchen, beispielsweise durch die Verwendung unterschiedlicher Zeichen zur Markierung von Tausenderbündeln und zum Abtrennen von Dezimalstellen (z. B. dt. 5.200,507 vs. engl. 5,200.507) oder durch die Verwendung unterschiedlicher, aber leicht zu verwechselnder Schriftzeichen für Ziffern, beispielsweise zwischen dem europäischen und dem arabischen Kulturraum (Frenzel, 2017).

Schlussfolgerungen für die Gestaltung von Unterricht und Material

Mathematiklernen stellt sich für viele Lernende mit Deutsch als Zweitsprache, aber auch für viele Muttersprachler des Deutschen nicht nur als intellektuelles, sondern in gleichem Maße als sprachliches Problem dar. Eine Sensibilität gegenüber sprachlichen Bedürfnissen, auch hinsichtlich des verwendeten Unterrichtsmaterials, ist daher in jedem Mathematikunterricht mit sprachlich heterogener Schülerschaft angeraten. Da es kaum Studien zur Verwendung von Unterrichtsmaterial im Mathematikunterricht für Lernende mit Deutsch als Zweitsprache gibt, werden im Folgenden aus den bisherigen allgemeinen Betrachtungen didaktische Grundsätze für den Mathematikunterricht mit DaZ-Lernenden abgeleitet. Dabei wird davon ausgegangen, dass Verbesserungen im Rahmen des herkömmlichen Unterrichts umgesetzt werden sollen und radikale Veränderungen der Bedingungen von Unterricht und Schule nicht im Fokus stehen. Vereinzelt vorliegende Forschungsbefunde zu den einzelnen Grundsätzen werden an geeigneter Stelle vorgestellt. Auf dieser Grundlage wird dann die Gestaltung von Unterrichtsmaterialien diskutiert.

Grundsatz 1 (Sicherung des Grundvokabulars): Ein sprachsensibles Mathematiklernen, welches die Bedürfnisse von Lernenden mit Deutsch als Zweitsprache berücksichtigen will, sollte das Verständnis von für den Aufbau von Grundvorstellungen notwendigem Vokabular sicherstellen.

Das Vokabular zur inhaltlichen Erarbeitung mathematischer Inhalte sollte, wenn es den Lernenden nicht bereits mit Sicherheit zur Verfügung steht, erarbeitet werden. Dazu bietet es sich an, einen Überblick des in den Grundvorstellungen des jeweiligen Inhalts genutzten Vokabulars anzufertigen (s. Tab. 2) und mit den Schülerinnen und Schülern kontextgebunden einzuüben. Erst auf dieser Grundlage sollte dann eine Erarbeitung des mathematischen Gegenstands erfolgen.

das Ganze	teilen	verfeinern
der Teil	aufteilen	vergrößern
das Pizzastück	verteilen	passen
das Tortenstück	einteilen	...

Tab. 2: Alltagssprachliches Vokabular zur Erarbeitung von Grundvorstellungen der Bruchrechnung.

Grundsatz 2 (Einfachheit der Sprache): Sprachsensibles Mathematiklernen sollte sich sprachlich so einfach wie fachlich noch sinnvoll präsentieren.

- (1) Was ist das Produkt von 5 und 13?
- (2) Was ergibt sich, wenn man 5 und 13 multipliziert?
- (3) Multipliziere 5 und 13!
- (4) Rechne 5 mal 13!

Tab. 3: Sprachlich unterschiedlich komplexe Formulierungen der gleichen Multiplikationsaufgabe.

Grammatikalisch sollten erklärende Texte und Aufgabenstellungen so einfach wie möglich gestaltet werden, wenn kein Sprachaufbau, sondern ein inhaltliches Verständnis angestrebt wird. Die nebenstehende Tabelle 3 zeigt vier sprachliche Varianten der gleichen Multiplikationsaufgabe. Nur Formulierung (4) kommt mit einfachen sprachlichen Strukturen und alltäglichem Vokabular aus. Die anderen

Formulierungen verwenden hingegen vermeidbare Fremdwörter, Nebensätze oder Nominalisierungen, ohne dass daraus ein fachlicher Nutzen entsteht. Eingesetzt werden sollten solche sprachlichen Mittel nur dann, wenn sie selbst im Sinne eines Fachwortschatzes Gegenstand des Unterrichts werden.

Grundsatz 3 (Aushandlung von Fachsprache): Sprachsensibles Mathematiklernen sollte die Verwendung mathematischer Begriffe und Redewendungen explizit thematisieren.

Umfasst ein Themengebiet bestimmte fachbezogene Formulierungen oder Redewendungen, so sollten diese ebenfalls explizit thematisiert werden. Schütte (2009) zeigt anhand seiner Unterrichtsbeobachtungen auf, dass fachbezogene sprachliche Mittel in der Regel nicht erklärend eingeführt, sondern schlichtweg verwendet werden, wodurch fachsprachliche Kompetenz vor allem vom Vorwissen der Schüler abhängt und Defizite hierin zur Lernhürde werden können. Der Aufbau von fachsprachlichen Fähigkeiten lässt sich jedoch durchaus unterstützen, beispielsweise durch das Bereitstellen oder gemeinsame Anfertigen von themengebundenen Formulierungshilfen wie in der nachfolgenden Abbildung.

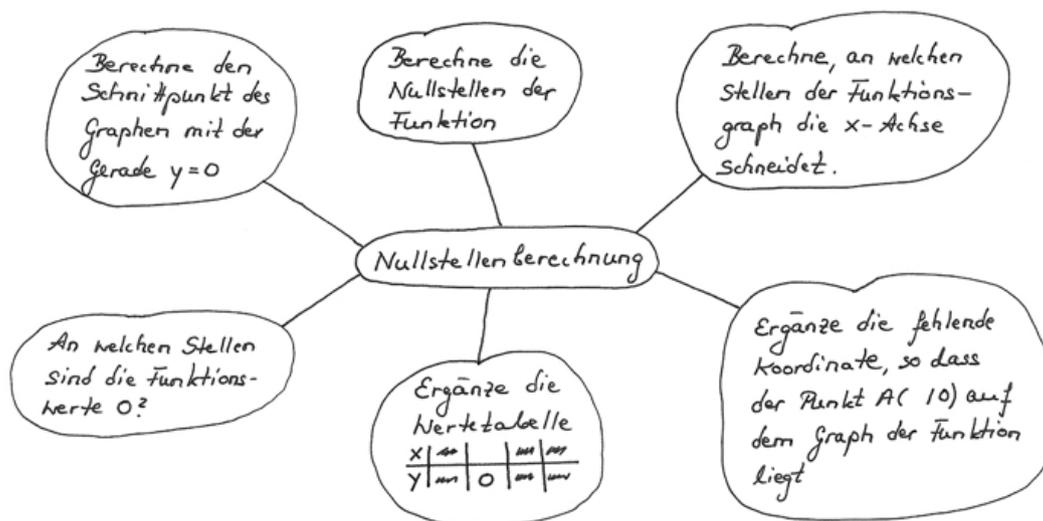


Abb. 1: Wortfeld zur Nullstellenberechnung von Rasch (2010)

Grundsatz 4 (Thematisierung von Interferenzen): Sprachsensibles Mathematiklernen sollte mögliche Bedeutungsinterferenzen zwischen den Sprachen ansprechen und aufklären.

Hinsichtlich fachlicher Formulierungen und Redewendungen sollte außerdem auf mögliche Missverständnisse durch sprachliche Interferenzen geachtet werden. Schülerinnen und Schüler mit nicht-deutscher Erstsprache können mit folgenden Fragen in die Auslotung der Bedeutung fachsprachlicher Sprachmittel eingebunden werden: *Weißt du, wie man das in deiner Erstsprache sagt? Wie könnte man das wortwörtlich übersetzen?* Die Gegenüberstellung anderssprachlicher Fachsprache kann dabei nicht nur helfen, Missverständnissen durch Interferenzen vorzubeugen, sondern auch Muttersprachler des Deutschen dabei unterstützen, die Bedeutung von fachsprachlichen Formulierungen und Redewendung in beiden Sprachen nachzuvollziehen.

Bezüglich der bisher diskutierten Grundsätze sei zum einen angemerkt, dass die sprachliche Förderung im Mathematikunterricht auf zahlreiche Methoden zurückgreifen kann, welche im Rahmen eines sprachsensiblen Fachunterrichts vorgeschlagen und teilweise erprobt wurden, beispielsweise das Zusammensetzen ungeordnet vorgegebener Satzteile in einem Textpuzzle, die Nutzung von Bildern und Bildsequenzen zur nonverbalen Veranschaulichung von Sachverhalten, die Bereitstellung von Satzbaukasten oder die Vorbereitung eines Streitgesprächs (Leisen, 2011).

Angemerkt sei zum anderen, dass vor allem die schriftliche Sprachproduktion besonders lernförderlich sein kann. So zeigt Morgan (1998) auf, dass die Verschriftlichung mathematischer Überlegungen den Lernprozess erheblich unterstützen kann. Eine solche Verschriftlichung stellt Schülerinnen und Schüler mit Problemen in der Unterrichtssprache zwar vor große Herausforderungen, bietet aber auch Gelegenheiten, die Bedeutung sprachlicher Mittel gezielt und in Ruhe zu bedenken. Beobachtungen aus einem ungewöhnlich erfolgreichen spanisch-englischen Mathematikunterricht der 5. Klasse in den USA legen nahe, dass eine Kultur des Schreibens mathematischer Texte in der Unterrichtssprache, welche nicht nur zahlreiche Schreibanlässe bietet, sondern ebenso eine Diskussion und Überarbeitung geschriebener Texte einfordert (ähnlich dem Dialogischen Lernen von Ruf & Gallin, 1998), besonders lernförderlich ist (Chval & Licón Khisty, 2009; zur Organisation entsprechender Schreibanlässe s. auch Roos, 2013).

Grundsatz 5 (Erschließung von Kontexten): Realitätsbezogene Kontexte für das Mathematiklernen sollten sich auf Situationen beziehen, die den Lernenden hinsichtlich ihres sprachlichen, kulturellen und sozio-ökonomischen Hintergrunds bekannt sind oder andernfalls vorab im Unterricht besprochen werden.

Es wurde bereits thematisiert, dass Schülerinnen und Schüler unterschiedliche Lebenserfahrungen haben und daher mit bestimmten Kontexten unterschiedlich

gut umzugehen wissen. Falls solche Kontexte als Ausgangspunkt einer Sachaufgabe oder einer inhaltlichen Erschließung dienen sollen, muss ihr Verständnis sichergestellt werden. Dies lässt sich zum einen dadurch gewährleisten, dass Sachkontexte vor ihrer fachlichen Durchdringung zunächst an sich thematisiert werden. Generell empfiehlt es sich aber auch, insbesondere bei der Arbeit mit schriftlichen Texten, ein verständnisförderndes Vorgehen zu etablieren. Dabei hat sich das gemeinsame laute Vorlesen als für das inhaltliche Verständnis ineffektive Methode erwiesen. Bei der Arbeit mit Lernenden mit nicht-deutscher Erstsprache ist es stattdessen ratsam, die stille Lektüre eines Textes mit dem Unterstreichen von bis zu fünf wichtigen Wörtern zu verbinden und das Verständnis abschließend im Klassengespräch zu klären, bevor die Aufgabe gelöst wird (Grütz, Pfaff & Belgrad, 2007). Entsprechende Anweisungen an die Schülerinnen und Schüler können auch in die Aufgabenstellung selbst integriert werden.

Prinzipiell treten bei Sachaufgaben regelmäßig Verständnisprobleme auf, die in einer Unklarheit hinsichtlich der Rolle des lebensweltlichen Kontexts begründet liegen und zu unerwarteten und oft als falsch befundenen Lösungsansätzen führen (Cooper & Dunne, 2000; Leufer, 2016). Dabei zeigt sich, dass sprachliche Zeichen, die Hinweise auf die intendierte Fachlichkeit der Aufgabenbearbeitung geben, aufgrund unterschiedlicher soziolinguistischer Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler unterschiedlich gut verstanden werden. Barwell (2009a) setzte mit bilingualen Grundschülerinnen und Grundschulern in England Aufträge ein, in denen Schülerinnen und Schüler Textaufgaben zu gegebenen mathematischen Inhalten selbst formulieren sollten. Die Aufgabe wurde sehr gut angenommen und führte insbesondere zu einer expliziten Auseinandersetzung mit Textaufgaben als Aufgabenformat, wodurch deutlich wurde, wie Textaufgaben zu lesen und zu bearbeiten sind.

Grundsatz 6 (Vorstellungen zum Mathematiklernen): Lernende mit Deutsch als Zweitsprache können neben sprachlichen auch kulturelle Besonderheiten als hemmende Faktoren im Mathematikunterricht erleben.

Für das Mathematiklernen abträglich können vor allem Vorstellungen sein, die eine Notwendigkeit und Wertschätzung des Mathematiklernens entweder allgemein oder hinsichtlich bestimmter Gruppen wie beispielsweise gegenüber Schülerinnen oder Lernenden mit nicht-westlichem Migrationshintergrund negiert. Üblicherweise zielen Aufgaben nicht auf das Auffinden oder Aushandeln solcher Vorstellungen ab. Gleichwohl können solche Vorstellungen jederzeit zutage treten und sollten dann thematisiert werden, damit alle Lernenden eine positive Einstellung zum Fach aufbauen können. Aufgaben können solche Aushandlungen provozieren, etwa indem sie Frauen oder Menschen mit nicht-westlichem Migrationshintergrund als Benutzerinnen bzw. Benutzer oder gar Expertinnen bzw. Experten von Mathematik präsentieren.

Grundsatz 7 (Wertschätzung von Mehrsprachigkeit): Die Verwendung einer nicht-deutschen Erstsprache sollte den Lernenden nicht grundsätzlich untersagt werden, sondern als verständnisklärende Option zur Verfügung stehen und wertgeschätzt werden.

Sinnvoll sein kann hier eine Unterscheidung in Situationen des Lernens, in denen alle Sprachen als Ressourcen genutzt werden können, und in Situationen des Leistens, in denen deutschsprachige Formulierungen erwünscht sind. So ergibt sich hinsichtlich der erlaubten Sprachnutzung und Unterrichtsziele in den einzelnen Unterrichtsphasen eine Transparenz für die Schülerinnen und Schüler. Gegebenenfalls sollte auch thematisiert werden, wie Lernende mit Deutsch als Erstsprache und Lernende mit anderen Erstsprachen den Einsatz unterschiedlicher Sprachen im Unterricht aushandeln sollen, wenn sich dadurch bestimmte Schülerinnen und Schüler ausgeschlossen fühlen.

Lernangebote in der Erstsprache für Lernende mit Deutsch als Zweitsprache werden nicht in jedem Fall problemlos angenommen. Meyer und Prediger (2011) machen dafür in einer Untersuchung türkisch-deutsch bilingualer Kinder zwei Faktoren verantwortlich, nämlich schrift- und bildungssprachliche Unsicherheiten in der Erstsprache sowie die Etabliertheit des Deutschen als Unterrichtssprache im Fach Mathematik. Hier hat es sich als hilfreich erwiesen, die Sprachproduktion in der Muttersprache gezielt einzufordern. So lässt sich Meyer die Zahlwörter im Türkischen beibringen (Meyer & Prediger, 2011). Dadurch wird nicht nur die Erstsprache als legitime Sprache im Unterricht eingeführt, sondern ebendieser auch eine interessierte Wertschätzung im Unterricht entgegengebracht. Geeignete Gelegenheiten für einen kulturell-sprachlichen Austausch sind nicht nur die Zahlwörter, aber beispielsweise auch unterschiedliche Verfahren des schriftlichen Rechnens. Welch wertvolle Produkte eine solche Auseinandersetzung mit Sprache und Kultur hervorbringen kann, zeigt Monaghan (2009). Er berichtet davon, dass ein bilingualer Schüler in England ein Zahlenpuzzle mit bengalischen Zahlsymbolen erstellte, deren Bedeutung sich erst durch das Lösen des Puzzles aufklärt. Das Puzzle war so erfolgreich, dass es anschließend kommerziell vertrieben wurde.

Leitfragen zur Analyse und Überarbeitung von Unterrichtsmaterial

Auf der Grundlage der vorangestellten Befunde und Überlegungen folgt abschließend eine auf die konkrete Nutzung zur Analyse und Überarbeitung von Unterrichtsmaterial abzielende Liste von leitenden Fragen zur Eignung des Materials für den Mathematikunterricht mit DaZ-Lernenden:

- a) Umfasst das Material alltagssprachliches Vokabular, welches für den Aufbau von Grundvorstellungen vorgesehen ist und dessen Beherrschung vorab sichergestellt werden sollte? (Wenn ja, welche Mittel scheinen dazu sinnvoll?)
- b) Beinhaltet das Material sprachlich komplexe Formulierungen, welche sein Verständnis unnötig einschränken? (Wenn ja, welche Umformulierung wäre möglich?)

- c) Greift das Material auf mathematische Begriffe und Redewendungen zurück, die womöglich zwischensprachliche Interferenzen provozieren und deren Bedeutung und Nutzung unterrichtlich geklärt werden sollte? (Wenn ja, wie könnte eine solche Klärung umgesetzt werden?)
- d) Geben die Materialien den Lernenden in ausreichendem Maße Möglichkeiten zur Sprachproduktion, insbesondere auch zur schriftlichen Sprachproduktion? (Wenn nein, wo können solche Möglichkeiten sinnvoll ergänzt werden?)
- e) Bezieht sich das Material auf Sachkontexte, die womöglich nicht allen Schülerinnen und Schülern hinreichend bekannt sind? (Wenn ja, wie kann in diese Sachkontexte eingeführt werden?)
- f) Lädt das Material, wo sinnvoll, zur Nutzung anderer Erstsprachen ein oder erwähnt zumindest entsprechende Optionen in der Dokumentation des Materials? (Wenn nicht, wo lassen sich solche Optionen sinnvoll einbringen?)

Ohne hierfür wissenschaftliche Belege vorlegen zu können, zeigt die Erfahrung, dass die meisten Unterrichtsmaterialien für den Mathematikunterricht vor dem Hintergrund dieser Analysefragen zahlreiche Probleme aufweisen. Eine Aufgabe für zukünftige Forschung und Entwicklung sollte daher darin bestehen, die Sensibilität für sprachliche Lernhürden auszubauen und sprachlich zugänglichere Unterrichtsmaterialien zu entwickeln, sodass Lernende mit Deutsch als Zweitsprache nicht aus vermeidbaren sprachlichen Gründen am Mathematiklernen gehindert werden.

Literatur

Adler, J. (2002). *Teaching mathematics in multilingual classrooms*. Dordrecht: Kluwer.

August, D., & Shanahan, T. (2006). *Developing literacy in second-language learners*. Mahwah: Erlbaum.

Barwell, R. (2009a). Mathematical word problems and bilingual learners in England. In R. Barwell (Hrsg.), *Multilingualism in mathematics classrooms* (S. 63–77). Bristol: Multilingual Matters.

Barwell, R. (Hrsg.) (2009b). *Multilingualism in mathematics classrooms*. Bristol: Multilingual Matters.

Barwell, R. (2018). From language as a resource to sources of meaning in multilingual mathematics classrooms. *The Journal of Mathematical Behavior*, 50, 155–168.

Barwell, R., Clarkson, P., Halai, A., Kazima, M., Moschkovich, J., Planas, N., Phakeng, M., Valero, P., & Ubillús, M. V. (Hrsg.) (2016). *Mathematics education and language diversity*. Cham: Springer.

Bernstein, B. (1959). Soziokulturelle Determinanten des Lernens. In P. Heintz (Hrsg.), *Soziologie der Schule* (S. 52–79). Opladen: Westdeutscher Verlag.

Bernstein, B. (1996). *Pedagogy, symbolic control and identity: Theory, research, critique*. London: Taylor & Francis.

Bos, W., & Pietsch, M. (2006). *KESS 4: Kompetenzen und Einstellungen von Schülerinnen und Schülern am Ende der Jahrgangsstufe 4 in Hamburger Grundschulen*. Münster: Waxmann.

Bredel, U. (2007). Sprachstandsmessung: Eine verlassene Landschaft. In K. Ehlich (Hrsg.), *Anforderungen an Verfahren der regelmäßigen Sprachstandsfeststellung als Grundlage für die frühe und individuelle Förderung von Kindern mit und ohne Migrationshintergrund* (S. 78–119). Bonn: BMBF.

Celedón-Pattichis, S. (2004). Alternative secondary mathematics programs for migrant students: Cultural and linguistic considerations. In C. Salinas & M. E. Fránquiz (Hrsg.), *Scholars in the field: The challenges of migrant education* (S. 197–210). Charleston: ERIC.

Chlosta, C., & Ostermann, T. (2008). Grunddaten zur Mehrsprachigkeit im deutschen Bildungssystem. In B. Ahrenholz (Hrsg.), *Deutsch als Zweitsprache* (S. 17–30). Freiburg: Fillibach.

Chronaki, A., & Planas, N. (2018). Language diversity in mathematics education research: A move from language as representation to politics of representation. *ZDM Mathematics Education*, 50, 1101–1111.

Chval, K. B., & Khisty, L. L. (2009). Bilingual Latino students, writing and mathematics: A case study of successful teaching and learning. In R. Barwell (Hrsg.), *Multilingualism in mathematics classrooms* (S. 128–144). Bristol: Multilingual Matters.

Clarkson, P. C. (1992). Language and mathematics: A comparison of bilingual and monolingual students of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 23, 417–429.

Clarkson, P. C. (2006). Australian Vietnamese students learning mathematics: High ability bilinguals and their use of their languages. *Educational Studies in Mathematics*, 64, 191–215.

Cooper, B., & Dunne, M. (2000). *Assessing children's mathematical knowledge: Social class, sex, and problem-solving*. Buckingham: Open University.

Cummins, J. (1978). Educational implications of mother tongue maintenance in minority-language groups. *Canadian Modern Language Review*, 34, 395–416.

Cummins, J. (1979). Cognitive/academic language proficiency, linguistic interdependence, the optimum age question and some other matters. *Working Papers on Bilingualism*, (19), 121–129.

Cummins, J. (2000). "This place nurtures my spirit": Creating contexts of empowerment in linguistically-diverse schools. In R. Phillipson (Hrsg.), *Rights to language: Equity, power, and education* (S. 249–258). Mahwah: Lawrence Erlbaum.

Cummins, J. (2010). *Language, power, and pedagogy: Bilingual children in the crossfire*. Clevedon: Multilingual Matters.

Dawe, L. (1983). Bilingualism and mathematical reasoning in English as a second language. *Educational Studies in Mathematics*, 14, 325–353.

Deseniss, A. (2015). *Schulmathematik im Kontext von Migration: Mathematikbezogene Vorstellungen und Umgangsweisen mit Aufgaben unter sprachlich-kultureller Perspektive*. Wiesbaden: Springer.

Dollmann, J., & Kristen, C. (2010). Herkunftssprache als Ressource für den Schulerfolg? Das Beispiel türkischer Grundschulkiner. *Zeitschrift für Pädagogik*, 56 (Beiheft 55), 123–146.

Duarte, J., Gogolin, I., & Kaiser, G. (2011). Sprachlich bedingte Schwierigkeiten von mehrsprachigen Schülerinnen und Schülern bei Textaufgaben. In S. Prediger & E. Özdil (Hrsg.), *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit* (S. 35–53). Münster: Waxmann.

Durand-Guerrier, V., Kazima, M., Libbrecht, P., Ngansop, J. N., Salekhova, L., Tuktamyshev, N., & Winsløw, C. (2016). Challenges and opportunities for second language learners in undergraduate mathematics. In R. Barwell, P. Clarkson, A. Halai, M. Kazima, J. Moschkovich, N. Planas, M. Phakeng, P. Valero, & M. V. Ubillús (Hrsg.), *Mathematics education and language diversity* (S. 85–101). Cham: Springer.

Edmonds-Wathen, C., Trinick, T., & Durand-Guerrier, V. (2016). Impact of differing grammatical structures in mathematics teaching and learning. In R. Barwell, P. Clarkson, A. Halai, M. Kazima, J. Moschkovich, N. Planas, M. Phakeng, P. Valero, & M. V. Ubillús (Hrsg.), *Mathematics education and language diversity* (S. 23–46). Cham: Springer.

Farrugia, M. T. (2009). Reflections on a medium of instruction policy for mathematics in Malta. In R. Barwell (Hrsg.), *Multilingualism in mathematics classrooms* (S. 97–112). Bristol: Multilingual Matters.

Frenzel, B. (2017). Sensibel für Mehrsprachigkeit: Mathematikunterricht für neu zugewanderte Schülerinnen und Schüler. *mathematik lehren*, (201), 39–41.

Gellert, U. (2011). Mediale Mündlichkeit und Dekontextualisierung: Zur Bedeutung und Spezifik von Bildungssprache im Mathematikunterricht der Grundschule. In S. Prediger & E. Özdil (Hrsg.), *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit* (S. 97–116). Münster: Waxmann.

Gellert, U. (2012). Pedagogic Device: Ein Instrument für die Analyse impliziter Prinzipien mathematischer Unterrichtspraxis. In U. Gellert & M. Sertl (Hrsg.), *Zur Soziologie des Unterrichts: Arbeiten mit Basil Bernsteins Theorie des pädagogischen Diskurses* (S. 165–190). Weinheim: Beltz.

Gogolin, I. (1988). *Erziehungsziel Zweisprachigkeit: Konturen eines sprachpädagogischen Konzepts für die multikulturelle Schule*. Hamburg: Bergmann + Helbig.

- Gogolin, I., Kaiser, G., Roth, H.-J., Deseniss, A., Hawighorst, B., & Schwarz, I. (2004). *Mathematiklernen im Kontext sprachlich-kultureller Diversität*. Universität Hamburg.
- Gorgorió, N., & Planas, N. (2005). Cultural distance and identities-in-construction within the multicultural mathematics classroom. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 37 (2), 64–71.
- Grießhaber, W. (2011). Zur Rolle der Sprache im zweitsprachlichen Mathematikunterricht: Ausgewählte Aspekte aus sprachwissenschaftlicher Sicht. In S. Prediger & E. Özdil (Hrsg.), *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit* (S. 77–96). Münster: Waxmann.
- Grütz, D., Pfaff, H., & Belgrad, J. (2007). Rezeptionsstrategien zum Verstehen von Sachtexten: Eine Studie in Haupt- und Realschule Klasse 7. *Zeitschrift für Angewandte Linguistik*, 46, 57–83.
- Halai, A. (2000). Politics and practice of learning mathematics in multilingual classrooms: Lessons from Pakistan. In R. Phillipson (Hrsg.), *Rights to language: Equity, power, and education* (S. 47–62). Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Halai, A., & Clarkson, P. C. (Hrsg.) (2016a). *Teaching and learning mathematics in multilingual classrooms: Issues for policy, practice and teacher education*. Rotterdam: Sense.
- Halai, A., & Clarkson, P. C. (2016b). Teaching and learning mathematics in multilingual classrooms: An overview. In A. Halai & P. C. Clarkson (Hrsg.), *Teaching and learning mathematics in multilingual classrooms* (S. 3–10). Rotterdam: Sense.
- Halai, A., Muzaffar, I., & Valero, P. (2016). Research rationalities and the construction of the deficient multilingual mathematics learner. In R. Barwell, P. Clarkson, A. Halai, M. Kazima, J. Moschkovich, N. Planas, M. Phakeng, P. Valero, & M. V. Ubillús (Hrsg.), *Mathematics education and language diversity* (S. 279–295). Cham: Springer.
- Hasan, R. (2001). The ontogenesis of decontextualised language: Some achievements of classification and framing. In A. Morais, I. Neves, B. Davies & H. Daniels (Hrsg.), *Towards a sociology of pedagogy: The contribution of Basil Bernstein to research* (S. 47–79). New York: Lang.
- Heil, W., Kay, W., Kurth, I., Nikolai, I., Menk, A.-K., & Mönch-Bucak, Y. (1979). Mathematikunterricht mit ausländischen Jugendlichen: Darstellung einer Unterrichtseinheit zum Winkelbegriff. *Deutsch lernen*, 2, 12–42.
- Heinze, A., Herwartz-Emden, L., Braun, C., & Reiss, K. (2011). Die Rolle von Kenntnissen der Unterrichtssprache beim Mathematiklernen: Ergebnisse einer quantitativen Längsschnittstudie in der Grundschule. In S. Prediger & E. Özdil (Hrsg.), *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit* (S. 11–33). Münster: Waxmann.
- Herwartz-Emden, L. (2003). Einwandererkinder im deutschen Bildungswesen. In K. S. Cortina, J. Baumert, A. Leschinsky, K. U. Mayer & L. Trommer (Hrsg.), *Das Bildungswesen in der Bundesrepublik Deutschland* (S. 661–709). Reinbek: Rowohlt.

Herwartz-Emden, L., Schurt, V., & Waburg, W. (2010). *Aufwachsen in heterogenen Sozialisationskontexten: Zur Bedeutung einer geschlechtergerechten interkulturellen Pädagogik*. Wiesbaden: VS.

Jones, D. V. (2009). Bilingual mathematics classrooms in Wales. In R. Barwell (Hrsg.), *Multilingualism in mathematics classrooms* (S. 113–127). Bristol: Multilingual Matters.

Lambert, W. E. (1977). The effects of bilingualism on the individual: Cognitive and sociocultural consequences. In P. A. Hornby (Hrsg.) *Bilingualism: Psychological, social, and educational implications* (S. 15–27). New York: Academic.

Leisen, J. (2011). Sprachsensibler Fachunterricht: Ein Ansatz zur Sprachförderung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. In S. Prediger & E. Özdil (Hrsg.), *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit* (S. 143–162). Münster: Waxmann.

Leufer, N. (2016). *Kontextwechsel als implizite Hürden realitätsbezogener Aufgaben: Eine soziologische Perspektive auf Texte und Kontexte nach Basil Bernstein*. Wiesbaden: Springer.

Leung, C., Harris, R., & Rampton, B. (1997). The idealised native speaker, reified ethnicities, and classroom realities. *TESOL Quarterly*, 31, 543–560.

Mestre, J. P. (1986). Teaching problem-solving strategies to bilingual students: What do research results tell us? *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 17, 393–401.

Meyer, M., & Prediger, S. (2011). Vom Nutzen der Erstsprache beim Mathematiklernen: Fallstudien zu Chancen und Grenzen erstsprachlich gestützter mathematischer Arbeitsprozesse bei Lernenden mit Erstsprache Türkisch. In S. Prediger & E. Özdil (Hrsg.), *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit* (S. 185–204). Münster: Waxmann.

Monaghan, F. (2009). Mapping the mathematical landscape. R. Barwell (Hrsg.), *Multilingualism in mathematics classrooms* (S. 14–31). Bristol: Multilingual Matters.

Morgan, C. (1998). *Writing mathematically: The discourse of investigation*. Bristol: Falmer.

Moschkovich, J. (1999). Supporting the participation of English language learners in mathematical discussions. *For the Learning of Mathematics*, 19, 11–19.

Mücke, S. (2007). Einfluss personeller Eingangsvoraussetzungen auf die Schülerleistungen im Verlauf der Grundschulzeit. In K. Möller, P. Hanke, C. Beinbrech, K. A. Hein, T. Kleickmann & R. Schages (Hrsg.), *Qualität von Grundschulunterricht* (S. 277–280). Wiesbaden: VS.

Ní Ríordáin, M., & O'Donoghue, J. (2009). The relationship between performance on mathematical word problems and language proficiency for students learning through the medium of Irish. *Educational Studies in Mathematics* 71, 43–64.

- OECD. (2007). *PISA 2006: Science competencies for tomorrow's world*. Volume 2: Data. Paris: OECD.
- Özdil, E. (2010). *Codeswitching im zweisprachigen Handeln: Sprachpsychologische Aspekte verbalen Planens in deutsch-türkischer Kommunikation*. Münster: Waxmann.
- Özdil, E. (2011). Zur linguistischen Analyse mathematikdidaktischer diagnostischer Interviews. In S. Prediger & E. Özdil (Hrsg.), *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit* (S. 117–142). Münster: Waxmann.
- Parra, A., Mendes, J. R., Valero, P., & Ubillús, M. V. (2016). Mathematics education in multilingual context for the indigenous population in Latin America. In R. Barwell, P. Clarkson, A. Halai, M. Kazima, J. Moschkovich, N. Planas, M. Phakeng, P. Valero, & M. V. Ubillús (Hrsg.), *Mathematics education and language diversity* (S. 67–84). Cham: Springer.
- Pimm, D. (1987). *Speaking mathematically: Communications in mathematics classrooms*. London: Routledge.
- Pitt, B., & Casasanto, D. (2014). Experiential origins of the mental number line. In P. Bello, M. Guarini, M. McShane & B. Scassellati (Hrsg.), *Proceedings of the 36th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (S. 1174–1179). Austin: Cognitive Science Society.
- Prediger, S., & Özdil, E. (Hrsg.). (2011). *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit: Stand und Perspektiven der Forschung und Entwicklung in Deutschland*. Münster: Waxmann.
- Prediger, S., & Wessel, L. (2011). Darstellen – Deuten – Darstellungen vernetzen: Ein fach- und sprachintegrierter Förderansatz für mehrsprachige Lernende im Mathematikunterricht. In S. Prediger & E. Özdil (Hrsg.), *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit* (S. 163–184). Münster: Waxmann.
- Rasch, H. (2010). Wortfelder suchen: Spracharbeit im Mathematikunterricht. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 35 (54), 42–43.
- Rehbein, J. (2011). ‚Arbeitssprache‘ Türkisch im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der deutschen Schule: Ein Plädoyer. In S. Prediger & E. Özdil (Hrsg.), *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit* (S. 205–232). Münster: Waxmann.
- Roos, S. (2013). Mathematische Brieffreundschaften: Kinder beurteilen eigene und fremde Texte kriteriengeleitet. *Grundschule Mathematik*, (39), 36–39.
- Rösch, H., & Paetsch, J. (2011). Sach- und Textaufgaben im Mathematikunterricht als Herausforderung für mehrsprachige Kinder. In S. Prediger & E. Özdil (Hrsg.), *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit* (S. 55–76). Münster: Waxmann.
- Ruf, U., & Gallin, P. (1998). *Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik*. Band 1. Austausch unter Ungleichen. Seelze-Velber: Kallmeyer.

Schroeder, C. (2007). Integration und Sprache. *Aus Politik und Zeitgeschichte*, (22-23), 6–12.

Schütte, M. (2009). *Sprache und Interaktion im Mathematikunterricht der Grundschule: Zur Problematik einer impliziten Pädagogik für schulisches Lernen im Kontext sprachlich-kultureller Pluralität*. Münster: Waxmann.

Secada, W. G. (1992). Race, ethnicity, social class, language and achievement in mathematics. In D. A. Grouws (Hrsg.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (S. 623–660). New York: Macmillan.

Setati, M. (2005). Teaching mathematics in a primary multilingual classroom. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36 (5), 447–466.

Setati Phakeng, M. (2016). Mathematics education and language diversity: Past, present and future. In A. Halai & P. C. Clarkson (Hrsg.), *Teaching and learning mathematics in multilingual classrooms* (S. 11–23). Rotterdam: Sense.

Statistik Austria. (2017). Schülerinnen und Schüler mit nicht-deutscher Umgangssprache im Schuljahr 2016/2017. Verfügbar unter: <https://www.statistik.at> [20.08.2018].

Swain, M., & Cummins, J. (1979). Bilingualism, cognitive functioning and education. *Language Teaching*, 12 (1), 4–18.

Tiedemann, J., & Billmann-Mahecha, E. (2004). Migration, Familiensprache und Schulerfolg: Ergebnisse aus der Hannoverschen Grundschulstudie. In W. Bos, E.-M. Lankes, N. Plaßmeier & K. Schwippert (Hrsg.) *Heterogenität: Eine Herausforderung an die empirische Bildungsforschung* (S. 269–279). Münster: Waxmann.

Tshabalala, L., & Clarkson, P. (2016). Mathematics teacher's language practices in a grade 4 multilingual class. In A. Halai & P. C. Clarkson (Hrsg.), *Teaching and learning mathematics in multilingual classrooms* (S. 211–225). Rotterdam: Sense.

Valero, P. (2004) Socio-political perspectives on mathematics education. In P. Valero & R. Zevenbergen (Hrsg.), *Researching the socio-political dimensions of mathematics education* (S. 5–23). Boston: Kluwer.

Walkerdine, V. (1988). *The mastery of reason: Cognitive development and the production of rationality*. London: Routledge.

Abbildungsverzeichnis: Roboto Med 12 Pt, Abstand vor und nach 0, Zeilenabstand mehrfach 1,2 Pt

Abbildung 1: Wortfeld zur Nullstellenberechnung von Rasch (2010)

DAVID KOLLOSCHKE

Univ.-Prof. Dr., Institut für Didaktik der Mathematik, Universität Klagenfurt