

Die Idee der Symmetrie in der Mathematik sprachsensibel betrachtet

Thomas Benesch¹

Zusammenfassung

Der Artikel zeigt die grundlegenden Dimensionen von Bildungssprache im Hinblick auf das Fachgebiet Mathematik auf, indem beim Erlernen neben fachlichen Inhalten auch die ‚mathematische Fremdsprache‘ beherrscht werden muss. Diese versteht sich als Teilgebiet der Bildungssprache, zu deren Aneignung Fähigkeiten im Bereich von ‚BICS‘ (‚Basic Interpersonal Communication Skills‘) und ‚CALP‘ (‚Cognitive Academic Language Proficiency‘) erforderlich sind, um ein hinreichendes Verständnis mathematischer Denk-, Handlungs-, Beschreibungs- oder Erklärungsschemata zu erhalten. Bereits junge Schüler/innen werden vor Herausforderungen im Hinblick auf Bildungssprache gestellt, da die Alltagssprache nicht ausreicht, um unterrichtliche Anforderungen zu bewältigen. Als Blick in die Praxis zeigt der Artikel unterschiedliche Wege, wie mit verschiedenen bildungssprachlichen Niveaus ein mathematisches Thema (hier die Symmetrie) im Unterricht bearbeitet werden könnte.

Schlüsselwörter:

Bildungssprache
sprachsensibel
sprachliche Fähigkeiten
Fachsprache
Mathematikunterricht

Keywords:

educational language
language-sensitive
linguistic skills
technical language
mathematics lessons

1 Dimensionen der Bildungssprache: BICS und CALP

Der Umgang mit Sprache ist von besonderer Relevanz, und das Verständnis von Sprache stellt bereits im schulischen Kontext eine wesentliche Voraussetzung für Lernerfolg dar. Mängel in Sprachfertigkeiten lösen eine Kettenreaktion aus, die von anfänglichen Verständnisschwierigkeiten zu einem reduzierten Erwerb von Wissen mit weitreichenden Konsequenzen für die fortlaufende Biographie der Schüler/innen führt. Darüber hinaus kann sich eine nicht vorhandene oder unzureichende Kompetenz auf der sprachlichen Ebene auf eine ungenügende Aufnahme- und Wiedergabefähigkeit von Information auswirken, wie etwa im Bereich Sprechen oder Hören, aber auch im Schreiben und/oder Lesen. Die Kumulation dieser Effekte lässt sich schließlich immer schwieriger bewältigen, um noch angemessene Lernerfolge verzeichnen zu können (Leisen, 2010, S. 95).

Der Mensch verwendet für den verbalen Austausch mit anderen Personen eine Form von Alltagssprache, die im sozialen Umfeld sowie in der allgemeinen Öffentlichkeit gut verstanden wird (Nolte, 2013, S. 32). Die Alltagssprache wird in einem eher zwanglosen, generellen Umfeld eingesetzt; die Fertigkeiten zu dieser Form des Austausches werden nach Cummins (2001, S. 58 ff.) als ‚Basic Interpersonal Communication Skills (BICS)‘ bezeichnet. Diese beschreiben die grundsätzlichen Fähigkeiten, die für eine Kommunikation mittels Sprache erforderlich sind und stellen die Basis für einen praktisch anzuwendenden Spracheinsatz im direkten Austausch mit anderen dar. Dabei stellt BICS aber nicht ein ausgesprochen grundlegendes Prädikat für das Erlernen von Sprache oder Stoffgebieten dar, sondern hilft vielmehr beim Steigern der Cognitive Academic Language Proficiency (CALP).

Die Bildungssprache im Hinblick auf ihre benötigten Fähigkeiten im kognitiv-akademischen Bereich wird von Cummins dagegen mit CALP umschrieben. Er versteht das Vorhandensein von CALP als nicht unmittelbar gebunden an eine spezielle Situation oder gar Sprache, sondern als einen elementaren Weg, schulische

¹ Pädagogische Hochschule Burgenland, Thomas Alva Edison-Straße 1, 7000 Eisenstadt.
Korrespondierender Autor. E-Mail: thomas.benesch@ph-burgenland.at

Lernerfolge zu erreichen (ebd.). Die bereits erwähnten BICS kann sich der Mensch je nach der vorliegenden Begabung innerhalb weniger Monate bis zu einem zweijährigen Zeitraum gut aneignen. CALP dagegen benötigt eine längere Zeitspanne: Um diese Fähigkeiten auszubilden, ist mit einer Dauer von mindestens fünf Jahren zu rechnen. Daraus lässt sich schließen, dass es für den Menschen leichter ist, die Kompetenzen zum Erlernen der Alltagssprache für die allgemeine Kommunikation zu erlernen, damit hat die Person allerdings noch nicht die CALP-Fähigkeit erlangt (Tajmel, 2017, S. 222).

Nach Cummins kann die Unterscheidung zwischen BICS und CALP um die beiden Dimensionen ‚Kontexteingebundenheit von Sprachaktivitäten‘ und dem ‚kognitiven Sprachanforderungsniveau der zu lernenden Sprachhandlungen‘ erweitert werden. Die Sprachkompetenz wird als funktionaler Wert zwischen dem Ausmaß an Kontexthilfen und kognitivem Aufwand gesehen. Aus dieser Synthese entsteht das Diagramm mit vier Quadranten verschiedener Sprachlernaktivitäten (Cathomas, 2005, S. 50), genannt das 4-Quadrantenmodell (Cummins, 1980).

Für Schüler/innen ist das Erlernen der Mathematik daher auch das Aneignen der ‚mathematischen Fremdsprache‘ – eine Bildungssprache (Deseniss, 2015, S. 52). Die mathematische Fremdsprache zeigt sich in der Praxis anhand der verschiedenen Facetten von Bildungssprache im Mathematikunterricht: Die Mathematikstunde gliedert sich in das allgemeine Vortragen von Fachinhalten bis zum Anweisen von Arbeitsaufträgen, dazu kommen Formulierungen von Aufgaben unter Begleitung der sprachlichen Ausdrücke zu Formeln, Graphiken etc. (Eckhardt, 2008, S. 73).

Das Dekodieren einer fundamentalen Idee oder einer mathematischen Superstruktur ist entscheidend, darunter werden Denk-, Handlungs-, Beschreibungs- oder Erklärungsschemata verstanden, die einen Brückenschlag zwischen dem Fach und der Umwelt darstellen und daher die Mathematik mit der außermathematischen Kultur verbinden. Im Primärbereich ist die Stellenwertdarstellung, Symmetrie, Algorithmus, Messung, Näherung, Funktion und Teil-Ganzes-Relation eine fundamentale Idee (Linhofer & Binder & Schwetz, 2015, S. 178).

Der Artikel setzt sich zum Ziel, einen Zugang zur fundamentalen Idee der Symmetrie unter Berücksichtigung von Sprache im Primärbereich aufzuzeigen.

2 Bildungssprache ist nicht gleich Alltagssprache

Der Mensch verwendet für den verbalen Austausch mit anderen Personen eine Form von Alltagssprache, die im sozialen Umfeld sowie in der allgemeinen Öffentlichkeit gut verstanden wird. Dadurch ergeben sich lockere wie auch sachliche Konversationen für persönliche Inhalte, zudem können sich die Menschen auch über allgemeine offizielle Angelegenheiten gut verständigen. Ein wesentliches Merkmal der Alltagssprache ist die Beimischung von bildhaften und ausdrucksvollen Sprachelementen, zudem sind emotionale Worte oder subjektive Beurteilungen durchaus zulässig (Nolte, 2013, S. 32).

Die Alltagssprache zeichnet sich außerdem durch das Abgeben von auch nichtssagenden Inhalten, Füllwörtern oder -sequenzen aus, die zum Teil durch Gebärden oder Gesichtsausdrücke noch verstärkt werden bzw. deren Aussprechen überhaupt gänzlich ersetzen. Dies hat zur Folge, dass der korrekte Einsatz von Sprache vermehrt zurückgedrängt wird (Michalak & Lemke & Goeke, 2015, S. 49). Aufgrund der erwähnten Charakteristika von Alltagssprache ist ein jederzeitiger vollinhaltlicher Transfer von Information nicht gewährleistet, und bedarf zum Ausgleich von potentiellen Verständnislücken die fortwährende Vervollständigung der Kommunikationsbotschaft auf Sender- und Empfängerebene (Nolte, 2010, S. 32).

Doch auch die Alltagssprache gestaltet sich nicht für alle Personen überall gleich. Innerhalb des jeweiligen Umfelds entstehen wiederum spezifische Alltagssprachformen mit variierten oder neuen Wörtern oder gleich klingenden Begriffen, die aber mitunter abweichende Bedeutungen zum Wortursprung beinhalten. Dies zeigt sich beispielsweise anschaulich in Dialekten oder Kommunikationsformen innerhalb bestimmter sozialer oder geographischer Gruppierungen, die ihre eigene Alltagssprache entwickelt haben, die wieder nur von dieser inkludierten Gesellschaft verstanden wird (Philipps, 1970, S. 373).

Umgelegt auf eine mathematische Aussage lässt sich diese grundsätzlich vollkommen unmissverständlich auch in einen sprachlichen Ausdruck umwandeln, sodass die eindeutige mathematische Folge klar gegeben ist. Wird allerdings für den Empfänger/die Empfängerin der Botschaft die grundlegende Aussage unklar, so gestaltet sich auch das Rückwandeln der mathematischen Aussage in das ursprüngliche Formelkonstrukt schwierig. Es entsteht in Folge eine unverständliche mathematische ‚Fremdsprache‘, die nicht lediglich aufgrund ihres Kontextes mehr zu dekodieren ist, da das fachliche Verständnis unzureichend war. Für eine

sinngemäße Entschlüsselung wird es notwendig, eine bestimmte semantisch-lexikalische Sprachebene zu beherrschen, die die Fähigkeit beinhaltet, auch die in diesem Bezug verwandten Begriffe exakt in ihrer Sachbedeutung abgrenzen zu können. Letzteres setzt wiederum ein entsprechendes Wissen von und sensibles Wahrnehmen der Bildungssprache an sich voraus (Möderl, 2003, S. 47). Konkret auf den Mathematikunterricht bezogen ist ein Schwerpunkt sowohl auf die Lese- als auch auf die Schreibkompetenz zu legen, um die erforderliche Fachsprache ganzheitlich aufbauen zu können. Nur wenn etwa das richtige Verständnis beim Lesen von Mathematikaufgaben vorliegt, können diese korrekt gelöst werden, was einen wesentlichen Einfluss auf Prüfungsergebnisse nimmt. Wer Mathematik nicht „lesen“ kann, wird Mathematik nicht verstehen (ÖSZ, 2017, S. 10).

3 Bedeutung der Bildungssprache für Schüler/innen

Aufgrund der dargelegten Merkmale von Bildungssprache wird klar, warum sich bereits junge Schüler/innen vor gewissen Herausforderungen im Hinblick auf Bildungssprache gestellt sehen. Ihre geläufige Alltagssprache reicht nicht aus, um die Anforderungen, die sich aus dem Unterricht ergeben können, ausreichend zu bewältigen. Es ist notwendig, sich entsprechende Kompetenzen in der jeweiligen Bildungssprache für das Lernthema anzueignen, um sich selbst in dem fachlichen Kontext verständlich auszudrücken und Kommunikationsbotschaften aufnehmen zu können (Michalak & Lemke & Goeke, 2015, S. 49 f.). Mit dieser Bildungssprache werden Schüler/innen erstmals in der Schule konfrontiert: Sie erlernen begleitend mit dem fachlichen Lernstoff die ‚Schulsprache‘, die sich schon in den frühen Klassen deutlich von ihrer Alltagssprache abhebt. Durch diese ersten Zugänge zur Bildungssprache werden junge Menschen vorbereitet, inhaltlichen Botschaften der Lehrpersonen im Unterricht folgen zu können und sie geben dem schulischen Umfeld weiters die Freiheit, auch in mehrsprachigen Klassen eine gemeinsame Sprache zu finden. So wird der Anfang in Form der Schulsprache zu einem elementaren Fundament für den weiteren Erwerb von Kompetenzen im Hinblick auf die Bildungssprache (Fuchs & Haberfellner & Öhlerer, 2014, S. 6).

In Bezug auf den Mathematikunterricht sind Lehrkräfte entsprechend gefordert, die verschiedenen Rollen von Sprache entsprechend mit zu vermitteln. Sprache dient hier wie in anderen Fächern natürlich als das Medium, um fachliche Inhalte in mündlicher oder schriftlicher Form für Lernprozesse zu transferieren – somit stellt der Erwerb der mathematischen Bildungssprache ein steter Begleitprozess im Lernen von Mathematik für die Schüler/innen dar. Damit Lernende das Beherrschen der geeigneten Sprache als Voraussetzung zum Lernen fundiert aufbauen können, empfiehlt sich eine angemessene Förderung je Schulstufe und Unterrichtsfach. Dies ist natürlich kein kurzfristiger Vorgang, sondern stellt einen fortwährenden Lernprozess im Bereich Sprache an sich dar, der von Schulsprache initiiert wird und zu einer wachsenden Kompetenz in der Bildungssprache führen soll. Die zunehmende Schwierigkeit der Bildungssprache bei höheren Schulstufen beinhaltet neben der größeren Komplexität eine verstärkte Differenzierung je nach vorliegendem Fachgebiet, der jeweils eingeschlagenen Abstraktionsebene, der sprachlichen Ausdrucksform je nach Typ der involvierten Akteure/Akteurinnen in Bezug auf die gegebene Kommunikation (Nolte, 2013, S. 37).

Im Vergleich zur Alltagssprache charakterisiert sich Bildungssprache neben ihrem abweichenden Einsatz spezifischer Begriffe vor allem durch einen vielschichtigen Satzbau, der generell ein höheres Textverständnis voraussetzt. Im Unterricht soll durch die Bildungssprache zudem ein Herangehen an schulische Themen ermöglicht werden, das eine kritische Auseinandersetzung mittels Beschreibung, Erläuterung, Begründen, Belegen und Bewerten zulässt. Werden diese grundlegenden sprachlichen Techniken beherrscht, können sie unabhängig vom Fachgebiet eingesetzt werden. Es verschwinden Abgrenzungen und für den Menschen wird es zusehends sowohl möglich, mittels gehobener Bildungssprache über den Alltag zu sprechen als auch umgekehrt, spezifische Themen mittels Alltagssprache zu formulieren (Rösch & Paetsch, 2011, S. 56).

Das Potential von Möglichkeiten eines sprachsensiblen Unterrichts zeigt sich etwa in einer „Checkliste“, die Denkanstöße für bewusste Sprachsensibilität aufzeigt (ÖSZ, 2017, S. 18):

- sprachliches Vorbild sein – Verwendung der Bildungssprache und laufende Reflektion der eigenen Sprache;
- Unterstützung des gesprochenen Wortes durch nonverbale Kommunikationsformen (Mimik, Gestik, Handlungen), aber auch durch Kommunikationsinstrumente wie einer wechselnden Lautstärke;
- wichtige Wörter oder Begriffe lesbar an die Tafel schreiben und die Lernenden motivieren, diese zu wiederholen;
- bei Arbeitsaufträgen anregende Texte zur Förderung des Leseverständnisses einsetzen;
- Voraussetzung zur Aufgabenbewältigung: kontinuierliches Überprüfen, ob das sprachliche Niveau des Unterrichts nur gering über dem vorliegenden Sprachniveau der Lernenden liegt;

- Texte von den Schülern/Schülerinnen mitlesen lassen, um ihr Leseverständnis durch Textreflektion zu fördern;
- überprüfen, ob Hilfsmittel wie etwa Grafiken auch wirklich als Unterstützung des zu bearbeitenden Themas dienen;
- mündliche wie schriftliche Rückmeldungen der Schüler/innen so oft wie möglich initiieren;
- Schüler/innen-Feedback über Lösungswege und -prozesse einholen: Was hat geholfen, wo ist noch Übungsbedarf?

Es ist gut ersichtlich, dass es schwierig ist, die Kompetenz für die Bildungssprache zu erwerben. Dies stellt Schüler/innen ungeachtet ihrer grundsätzlichen sprachlichen Begabungen vor große Herausforderungen, da sie jeweils nur auf ihre vorliegende Alltagssprache die erforderlichen Kompetenzen für kognitiv-akademische Sprache ansetzen können. Die Schwierigkeiten können sich noch verstärken, wenn Schüler/innen zusätzlich eine zweite Sprache erlernen (wenn auch zeitversetzt) bzw. wenn sie in verschieden intensivem Grad die deutsche Sprache in ihrem Umfeld anwenden (Michalak & Lemke & Goeke, 2015, S. 79).

Zu beachten ist, dass Bildungssprache nicht mit Fachsprache gleichzusetzen ist. Im Unterschied zur Bildungssprache wird Fachsprache von Akteuren/Akteurinnen innerhalb eines speziellen Gebietes verwendet, somit zum fachlichen Austausch ihrer Expertise innerhalb dieser Gruppe. Die beiden Sprachformen ähneln sich in ihren Merkmalen jedoch dahingehend, dass jeweils eigene Wörter, Grammatik oder Konstrukte im Satzbau verwendet werden, die ihrerseits nur in diesem Fachgebiet wieder besondere Bedeutung erlangen, wodurch die Aussage lediglich von Kennern ‚verstanden wird‘ (Tajmel, 2017, S. 70).

4 Die ‚mathematische‘ Fremdsprache

Die Aussage ‚Learning to use language and using language to learn‘ (Coyle & Hood & Marsh, 2000, S. 54) umschreibt treffend den Rückkopplungseffekt der Entwicklung von Sprache im Verhältnis zum Verständnis des Lernstoffes. Damit eine stetig wachsende sprachliche Kompetenz durch das Erlernen neuer Themen gegeben ist, wird eine synchrone Praxis im Sinne einer erweiterten Ausdrucksfähigkeit zwingend erforderlich, sodass der/die Lernende befähigt wird, das neu erlernte Wissen auch sprachlich zur Gänze zu umfassen. Das ‚learning by doing‘ wird bei fortlaufender Praktizierung zu einer nachhaltigen Steigerung der sprachlichen Kompetenz führen und dadurch den fachlichen Lernerfolg auf der Sprachebene vervollständigen (Wagner, 2006, S. 34 ff.).

Gerade die Mathematik ist ein anschauliches Beispiel, wie Sprache und fachliche Expertise verschmelzen. Klarerweise ist bei allen anderen Fachrichtungen ebenso die Sprache das relevante Instrument zum Lehren und Lernen, jedoch fordert die Mathematik eine spezifische Auseinandersetzung mit ihrem Gebiet, um ein volles Verständnis für das Thema zu erlangen. Dies beinhaltet insbesondere auch das Erlernen der zuvor erwähnten Anforderungen an die entsprechende sprachliche Kompetenz. Nicht nur fachlich, auch inhaltlich differenziert sich die Sprache der Mathematik deutlich von der geläufigen Alltagssprache, und so wundert es nicht, dass ihr der Ruf der ersten Fremdsprache vorausgeht, welche sich präzise und exakt formulieren lässt (Broich, 2000, S. 138). Nolte (2000, S. 49) ist überzeugt davon, dass „... die enorme Dichte fachlicher Termini und Symbole dazu führt, dass Mathematik als erste Fremdsprache bezeichnet wird. (...) so müssen Kinder im Mathematikunterricht der Grundschule bis zu 500 neue Begriffe erwerben.“ Die Sprache der Mathematik beziehungsweise des Mathematikunterrichts ist gekennzeichnet durch Eindeutigkeit, Prägnanz sowie mathematische Fachbegriffe, sie besitzt abstrakte, entpersonalisierte und generalisierende Ausdrucksweisen und Satzkonstruktionen, die für die Alltagssprache unüblich sind und eher der Schriftsprache entsprechen (Götze, 2015, S. 9).

Im naturwissenschaftlichen Bereich, und in der Mathematik besonders, zeigt sich deutlich, wie Schüler/innen und auch Lehrer/innen mit dem Lernen und Lehren von abstraktem Fachunterricht gefordert sind. Es gilt, die einzelnen Ebenen sowohl inhaltlich als auch mit der geeigneten Sprache zu vernetzen, um die Basis für eine Kommunikation zu legen, die zu einem Lernverständnis führen soll. Begleitet durch unterstützende Veranschaulichungen können mathematische Stoffgebiete zudem sowohl mündlich / schriftlich als auch visuell abgebildet werden, was eine zusätzliche Förderung des Wechsels zwischen Sprache und Darstellung bedeutet und weitere fachliche Kommunikationsanstöße initiiert. Die mathematische Bildungssprache beinhaltet etwa die verschiedenen Ebenen der Sprache der Mathematik als Symbiose von Symbol- und Bildsprache, sowie der (mündlichen wie schriftlichen) verbalen Sprache und schließlich der nonverbalen Sprache (ÖSZ, 2017, S. 12). Für Schüler/innen ist das Erlernen der Mathematik daher auch das Aneignen der ‚mathematischen Fremdsprache‘ – eine Bildungssprache, die ganz spezielle Begriffe, formale

Definitionen, einzigartige Symbole sowie nicht vergleichbare Formulierungen beinhaltet und die Lernenden zu der wesentlichen Sprachkompetenz des Argumentierens führt (Deseniss, 2015, S. 52).

Das Spezielle beim Lernen der mathematischen Fachsprache ist, dass sie zum Unterschied zu einer anderen Fremd- oder Fachsprache nicht nur neue Wörter für schon geläufige Begriffe ausmacht. Vielmehr muss mit einem neu zu erwerbenden sprachlichen Repertoire auch gleichzeitig ein bisher unbekanntes, in sachlichem Zusammenhang stehendes Themengebiet erfasst werden. Für dieses Verständnis ist zusätzlich notwendig, entsprechende ‚Codes‘ der Mathematik zu erlernen, die Kernelemente dieser Fachsprache sind. Dies können etwa Formeln oder Terme sein sowie damit verbundene Notationsregeln, damit die mathematische Bildungssprache korrekt angewendet wird. Dem nicht genug, besteht die Sprache der Mathematik zudem aus stark verkürzten oder aber dicht aneinander gereihten Formulierungen, um eine Vermeidung von allfälligen Redundanzen zu sichern. Erst durch das korrekte Zusammenspiel aller Einzelheiten, ergibt sich eine mathematisch korrekte Aussage unter Nutzung der dazu notwendigen Formeln, Symbolen, Ausdrücken und sinnhaften Formulierungen (Nolte, 2013, S. 33). Modelle des sinnerfassenden Lesens beginnen bei der Worterkennung, gefolgt vom Erfassen des Sinns von Sätzen und zuletzt vom Erfassen des Sinns von ganzen Textabschnitten beziehungsweise von ganzen Texten. Speziell bei Textaufgaben im Bereich der Mathematik beinhaltet dies das Erfassen der Bedeutung von mathematischen Superstrukturen oder von fundamentalen Ideen (Linhofer & Binder & Schwetz, 2015, S. 177).

Sprachliche Verständnisschwierigkeiten können auch bei Bedeutungsinterferenzen zwischen Alltags- und Fachsprache entstehen, also immer dann, wenn im Mathematikunterricht Begriffe vorkommen, deren fachlicher Bedeutungsgehalt nicht mit der alltagssprachlichen Verwendung übereinstimmt. Zudem sind manche Begriffe der mathematischen Fachsprache umgangssprachlich ganz anders geprägt und können somit zu Missverständnissen im Mathematikunterricht führen. Als Beispiele derartiger Interferenzen seien genannt:

Ausdruck	Fachsprachliche Bedeutung	Alltagssprachliche Interpretation
Die 4 ist eine gerade Zahl.	Zahleneigenschaft (ohne Rest durch 2 teilbar)	Gegenteil von schief
Was ist der Unterschied zwischen 24 und 9?	Differenz	Vergleich von Eigenschaften zweier Zahlen: Worin unterscheiden sich die beiden Zahlen? (Eine Zahl ist zweistellig, die andere einstellig.)
Was ist der Vorgänger von 8?	Die Zahl, die in der Zahlenreihe links von der 8 steht.	Der Vorgänger von der 8 ist eine Zahl, die schon mal weiter nach vorne gegangen ist („geh schon mal vor“), das muss also eine Zahl sein, die größer als 8 ist (rechts von der 8 steht).
Rund 38.000 Zuschauer kamen ins Stadion.	Ungefähr (38.000 als gerundete Zahl)	Adjektiv: rund (Gegenteil von eckig)
Wie viele Seiten hat ein Quadrat?	Teil einer geometrischen Grundform	Seiten eines Buches

Tabelle 1: Beispiele von Interferenzen zwischen Alltags- und Fachsprache (Verboom, 2008, S. 98).

Die Schüler/innen werden so im Mathematikunterricht mit Begriffen konfrontiert, die sie entweder gar nicht kennen oder aber eventuell aus einem anderen Kontext, der ihnen jedoch auf dem Gebiet der Mathematik keine Erklärung liefert. Beispiele dafür sind etwa Begriffe wie Scheitel, Fläche oder Menge – alles sehr wahrscheinlich geläufige Wörter ihrer Alltagssprache, doch mit einer vollkommen unterschiedlichen Bedeutung. So haben Lernende mit der Mathematik und ihrer verbundenen spezifischen Fachsprache auch den Kontext der einzelnen Wörter zu verstehen, zusätzlich zu jenen Begriffen, die für sie ohnedies aller Voraussicht nach Neuland darstellen, wie z.B. Term (Möderl, 2003, S. 48). Nach Einschätzung von Schütte (2009, S. 58) „... (verstärken) die folgenden Elemente den Charakter von Unterrichtssprache: (...) Verwendung mathematischer Termini, Verwendung mathematischer Symbole und Konventionen der Satzbildung.“

Nachdem nun die Aspekte der Bildungssprache speziell im Hinblick auf mathematisch-sprachsensible Besonderheiten betrachtet wurden, führt der folgende Abschnitt in die Praxis und zeigt einen gangbaren Weg von sprachsensiblen Mathematikunterricht zum Thema Symmetrie.

5 Symmetrie und Ideen der Umsetzung

Vor der Grundschulzeit beschäftigen sich Kinder bereits mit der Symmetrie, indem sie Phänomene der Symmetrie erkennen und bestrebt sind nach Ordnung und Schönheit, die sich direkt aus der unmittelbaren Anschauung ergeben. Während der Grundschulzeit werden zahlreiche Begriffe in ihren Sprechweisen eingeübt sowie die Thematik der Achsensymmetrie genau behandelt, was mittels Legen, Falten, Schneiden, Bauen, Zeichnen oder Spiegeln passieren kann, um nur einige Beispiele zu nennen. Dabei sollten die Förderung von verbalen Ausdrucksmöglichkeiten und die Kreativität im Vordergrund stehen.

Die Symmetrie ist weltumgreifend und findet sich in der Architektur, der Natur und Umwelt, sowie in der Kunst, der Musik und klarerweise in der Mathematik.

Winter (1976, S. 15) erklärt anschaulich den hohen Aspektreichtum, der mit der Symmetrie verbunden ist:

- Formaspekt: gleiche Hälften einer achsensymmetrischen Figur;
- algebraischer Aspekt: Darstellung der Achsensymmetrie ebener Figuren anhand Deckabbildungen
- ästhetischer Aspekt: Symmetrie als Urerfahrung, Realisierung von Gleichmaß und Wiederholung (Rhythmus);
- ökonomisch-technischer Aspekt: Minimierung von Kraft, Arbeit und Aufwand, zum Beispiel bei gerader Straßenführung in ebenem Gelände;
- arithmetischer Aspekt: Darstellung natürlicher Zahlen als Punktmuster, Unterscheidung gerader und ungerader Zahlen.

Jeder einzelne dieser Aspekte zeigt auf, welche unterschiedlichen Denkanstöße beispielsweise die Thematik Symmetrie für Scaffolding liefern kann. Es bieten sich verschiedene Anhaltspunkte an, die je nach Aspekt-Schwerpunktsetzung innerhalb eines Mathematikunterrichts (angepasst an die jeweilige Schulstufe bzw. Rahmen des vorliegenden Klassenverbands) in den Vordergrund gerückt oder miteinander kombiniert werden. Die nachfolgenden Beispiele sollen dies demonstrieren, indem unterschiedliche „Sprachformate“ eingesetzt werden können, um die Vernetzung der mündlichen, schriftlichen und visuellen Sprachebenen zur Vermittlung von Fachsprache im Mathematikunterricht zu nützen. Anhand der praktischen Beispiele wird zudem aufgezeigt, wie mit dem Aspektreichtum verschiedene sprachensible Zugänge geschaffen werden können.

In der Grundschule und zu Beginn der Sekundarstufe I lernen Schüler/innen Beispiele und Gegenbeispiele von symmetrischen Figuren und Körpern aus unterschiedlichen Gebieten kennen, wie etwa aus der Umwelt, Kunst und Technik. Oder sie stellen symmetrische Figuren durch Spiegeln, Ausschneiden und Falten selbst her. Die Möglichkeit einer Umsetzung von Symmetrie mittels Sprechblasen zeigt die folgende Abbildung.

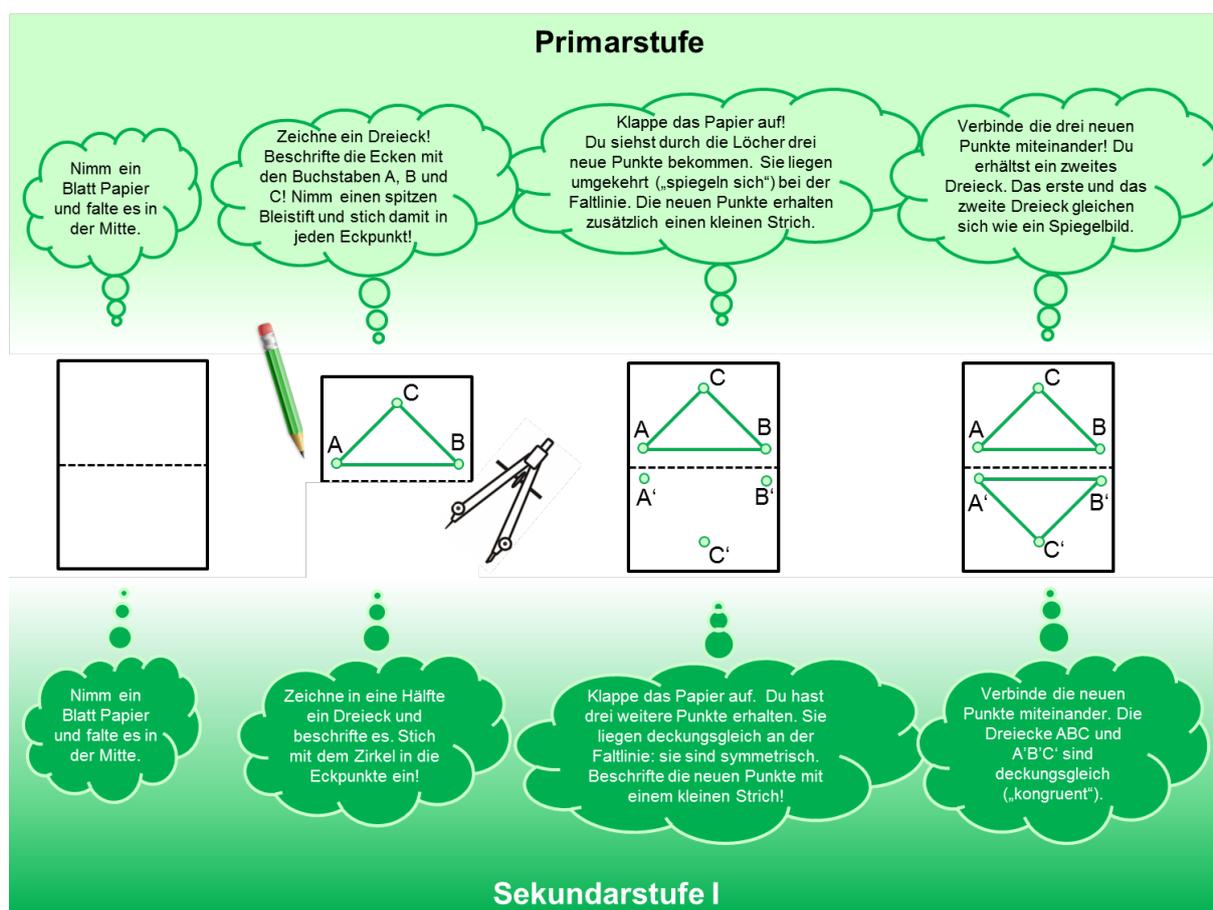


Abbildung 1: Symmetrie mittels Sprechblasen.

Verboom (2017, S. 72) beschreibt Gestaltungselemente für Wortspeicher, damit diese lernwirksam sind, wie beispielsweise übersichtliche Strukturierung, eine reduzierte Anzahl von Begriffen, die bildliche Veranschaulichung, Nomen mit bestimmten Artikeln oder die geordnete Darstellung von thematischen Zusammenhängen. Die Symmetrie lässt sich so beispielhaft mit folgendem Wortspeicher unterstützen: TEIL – GETEILTES GANZES – GLEICHE HÄLFTEN – SPIEGELBILD – DAS SELBE – DECKUNGSGLEICH – KONGRUENT – ACHSE, und lässt sich visuell unterstützen etwa durch das Beispiel eines aufgezeichneten Tannenbaums, der in der Mitte geteilt wird oder einfacher: einem nassen Farbklecks auf Papier, der durch das Falten gespiegelt werden kann. Auch die Methode des Ausschneidens von Halbkreisen, Drei- oder Vierecken aus mehrfach gefaltetem Papier zeigt beim Öffnen die Symmetrien der Formen, die sich dann als ein vergrößertes, aber deckungsgleiches Ganzes präsentieren.

Die Umsetzung von Scaffolding mittels Sprechblasen hat den Vorteil, dass dies je nach vorliegender Schulstufe unterschiedlich eingesetzt werden kann. In angepasster Sprache lassen sich auch komplexe Themen der Mathematik im Unterricht Schritt für Schritt näherbringen, wobei sprachliche Anleitungen sehr gut mit aufbauenden visuellen Darstellungen unterstützt werden können. Diese Methode der zielführenden Sprachförderung auch anhand fachlicher Inhalte findet sich in weiteren Beispielen etwa in Leisen (2017, S. 17).

Konkret könnte die Methode der Sprechblasen für die Förderung arithmetischer oder ästhetischer Aspekte herangezogen werden. Aus bildungssprachlicher Sicht bietet sich diese Form der Herangehensweise an das Thema Symmetrie für eine noch gering ausgebildete mathematische Bildungssprache an. Eine weitere Möglichkeit, bereits auf einer höheren bildungssprachlichen Stufe, bietet eine Bildgeschichte:

Finde eine passende Beschreibung, um den Punkt an der Achse g zu spiegeln.

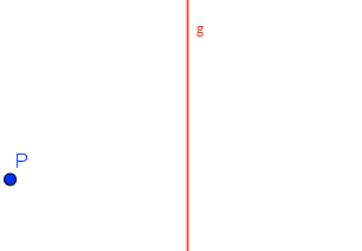
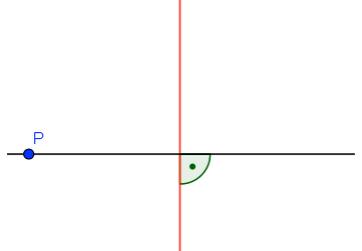
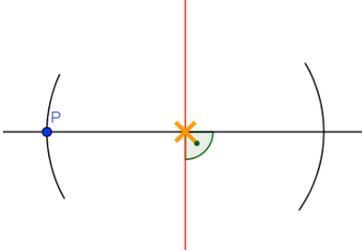
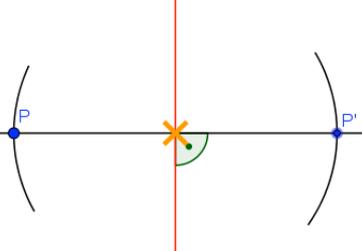
	<p>Gegeben ist der Punkt P. er soll entlang der roten Symmetrieachse g gespiegelt werden.</p>
	<p>Wir konstruieren mit dem Geodreieck ...</p>
	<p>Mit dem Zirkel ...</p>
	<p>Wir erhalten ...</p>

Abbildung 2: Symmetrie mittels Bildgeschichte.

Die Bildgeschichte zeigt zwar als Beispiel nur wenig textliche Schwerpunkte, allerdings stellt dies gerade eine Herausforderung insofern dar, als hier schon durch den wenigen Inhalt klar sein muss, was zur Lösung der Aufgabe führt. Daher ist die Bildgeschichte einerseits bereits für eine fortgeschrittene Bildungssprache, insbesondere im Bereich CALP, geeignet, und zeichnet sich zudem durch die Förderung des Formaspekts aus. Leisen (2017, S. 27) bezeichnet diese Methode in seinem Praxishandbuch als Filmleiste, die Vorgehensweise ist gleichlautend mit der hier vorgestellten Bildgeschichte.

Ein gegenteiliger Weg, der Symmetrie vor allem mittels Wörtern näher bringt, wäre die Arbeit anhand eines Textpuzzles (siehe auch Leisen, 2017, S. 22 f.) die nachfolgend aufgezeigt wird.

Schneide die Textteile aus, und klebe sie in der richtigen Reihenfolge in dein Heft.

Satz 1

Abstand von g.	symmetrisch liegen,	Zwei Punkte,
haben denselben		die bezüglich
einer Geraden g		

Satz 2

der beiden	auf die	Spiegelachse g.
Die Verbindungsstrecke		
symmetrisch liegenden Punkte	steht normal	

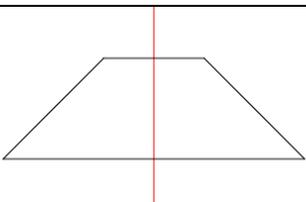
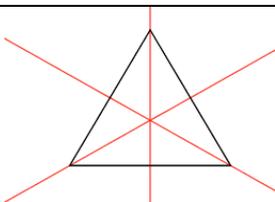
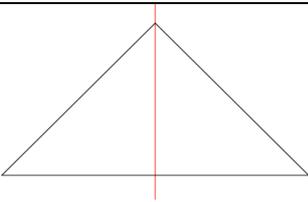
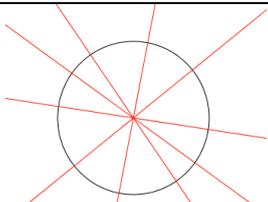
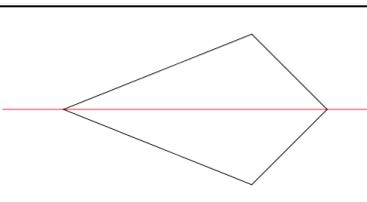
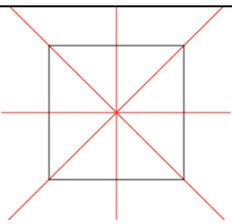
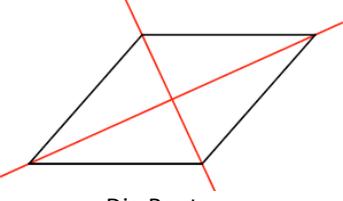
Abbildung 3: Symmetrie mittels Textpuzzle.

Dieses Beispiel führt die Schwierigkeit des Brückenschlags zwischen BICS und CALP vor Augen. Ohne ein fundiertes Verständnis der einzelnen Worte wird es unmöglich sein, diese beiden Sätze zu formulieren und dabei gleichzeitig deren Inhalt sinnerfassend zu verstehen. Daher hilft auch dieser Weg zur Entwicklung einer

angemessenen mathematischen Bildungssprache und fördert gleichzeitig den algebraischen Aspekt, da auf jegliche graphische Unterstützung verzichtet wird. Ähnlich wie bei der zuvor vorgestellten Methode der Sprechblasen können auch beim Textpuzzle jeweils unterschiedliche Fachbegriffe, die an das jeweils vorliegende Niveau angepasst werden können, angewendet werden, um so auch bereits in niedrigeren Schulstufen den Weg für das Verständnis höherer mathematischer Themen zu bereiten.

Eine Möglichkeit, die notwendigen Fachkenntnisse zu erwerben, ist das Bearbeiten von Aufgaben in Partnerarbeit unter Verwendung von (Lern)Hilfen in Abstufungen, so wie diese in Leisen (2003) vorgestellt wurden. Dies ermöglicht den Schülern/Schülerinnen, sich genau über die Aufgabenstellungen auszutauschen um dann eine gemeinsame Entscheidung zu treffen, bei welchem Bereich eine Hilfestellung in welchem Ausmaß benötigt wird. Der produktive Austausch wird durch das Mischen von lernstrategischen und fachlichen Lernhilfen gefördert, die in unterschiedlicher Weise Unterstützung bei den einzelnen Prozessschritten zum Lösen der Aufgabe anbieten (Hänze & Schmidt-Weigang & Blum, 2007, S. 198).

Der abschließende Weg zur Bearbeitung von Symmetrie im Unterricht stellt einen denkbaren Zugang auf einer bereits gut entwickelten mathematischen Bildungssprache dar: ein Symmetrie-Dominospiel, bei dem passende, das heißt korrekte Paare gefunden werden müssen. Die Idee des Dominos findet sich ebenso bei Leisen (2017) und wird im folgenden Abschnitt gezeigt:

<p>Start</p>	 <p>Das gleichschenklige Trapez ...</p>	<p>... hat eine Symmetrieachse.</p>	 <p>Das gleichseitige Dreieck ...</p>
<p>... hat drei Symmetrieachsen.</p>	 <p>Das gleichschenklige Dreieck ...</p>	<p>... hat eine Symmetrieachse.</p>	 <p>Der Kreis ...</p>
<p>... hat unendlich viele Symmetrieachsen.</p>	 <p>Das Deltoid ...</p>	<p>... hat eine Symmetrieachse.</p>	 <p>Das Quadrat ...</p>
<p>... hat vier Symmetrieachsen.</p>	 <p>Das Rechteck ...</p>	<p>... hat zwei Symmetrieachsen.</p>	 <p>Die Raute ...</p>

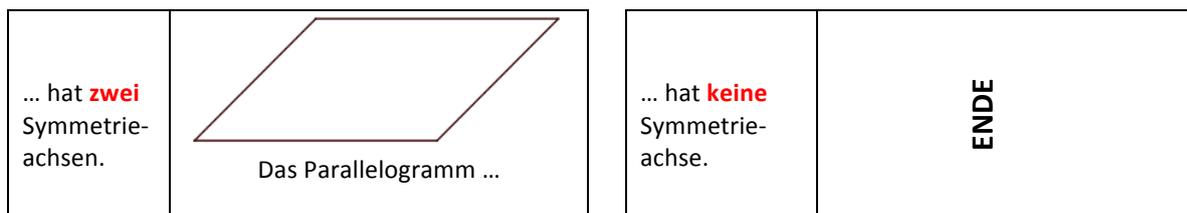


Abbildung 4: Symmetrie mittels Domino.

Das Domino verbindet mehrere Aspekte miteinander, indem hier in den einzelnen Dominosteinen die Teile achsensymmetrischer Figuren abgebildet werden (Formaspekt), Achsensymmetrien dargestellt werden (algebraischer Aspekt) sowie das Gleichmaß von Symmetrien visualisiert wird (ästhetischer Aspekt). Zudem wird anhand des Dominos eine Verknüpfung von verschiedenen Sprachebenen gefördert und ließe sich auch bei Lernenden mit Zweitsprache einsetzen. Dieser vermeintlich spielerische Zugang zum Thema Symmetrie eignet sich allerdings nur für eine Schülergruppe, die sich bereits sowohl in der mathematischen Fachsprache als auch generell bildungssprachlich gut ausdrücken kann und ein fundiertes Verständnis von auch komplexen mathematischen Sachverhalten aufweist. Neben diesen sprachlichen Fähigkeiten können Lehrkräfte beim Einsatz dieser Methode alle vorgegebenen Aspekte fördern, da sowohl abstrakte als auch formbezogene Bereiche angesprochen werden, wodurch die ganze Bandbreite an Aspekten in unterschiedlicher Weise gefördert wird.

Wie anhand dieser Beispiele an nur einem Thema ersichtlich wird, erlaubt die Mathematik in sprachsensibler Betrachtung eine ganze Reihe verschiedener Zugänge, die den aktuellen Grad der Bildungssprache einer Klasse berücksichtigt. Dies soll Mut machen, als Lehrkraft im Fachgebiet auch unterschiedliche Wege einzuschlagen, die einzelnen Schülern/Schülerinnen helfen sollen, deren Bildungssprache weiter auszubilden und gleichzeitig ein vertieftes Verständnis für mathematische Fragestellungen zu erreichen.

6 Schlussfolgerung

Der Mensch verwendet für den verbalen Austausch mit anderen Personen eine Alltagssprache, die in einem eher zwanglosen, generellen Umfeld eingesetzt und im sozialen Umfeld sowie in der allgemeinen Öffentlichkeit gut verstanden wird. Für die Beherrschung der Bildungssprache sind hingegen nach Cummins Fähigkeiten im Bereich der ‚Basic Interpersonal Communication Skills (BICS)‘ als auch der ‚Cognitive Academic Language Proficiency‘ (CALP) erforderlich.

Aus Sicht der Mathematik erhält der Aspekt der Sprache eine besondere Komponente. Eine mathematische Aussage lässt sich zwar unmissverständlich in einen sprachlichen Ausdruck umwandeln, sodass die eindeutige mathematische Folge klar gegeben ist, doch wenn diese Aussage inhaltlich nicht vom Empfänger/von der Empfängerin verstanden wird, kann keine Rückwandlung der mathematischen Aussage in das ursprüngliche Formelkonstrukt erfolgen. Hier zeigt sich die Schwierigkeit, wenn die mathematische ‚Fremdsprache‘ nicht verstanden wird: Eine Lehrkraft vermittelt etwa mathematische Inhalte bei einer noch nicht soweit mathematisch sprachlich ausgebildeten Klasse, wodurch die Schüler/innen durch die sprachlichen Verständigungsprobleme nicht in der Lage sind, die konkreten fachlichen Inhalte zu verarbeiten. Ohne das erforderliche Vokabular im Sinne einer angemessenen Bildungssprache mit den entsprechenden Fähigkeiten / fachlichen Fertigkeiten werden unterrichtliche Themen kaum ganzheitlich vermittelt werden können, wodurch sich die Relevanz der Sprachsensibilität vor allem, aber nicht nur, im Mathematikunterricht zeigt.

Durch eine entsprechende Beherrschung der Bildungssprache wird ein zielführendes Unterrichten erst möglich, indem bei der Vermittlung von Lehrinhalten in der Kommunikation die Elemente Beschreibung, Erläuterung, Begründen, Belegen und Bewerten erfolgreich für das Verständnis eingesetzt werden können. Vorteilhaft wirkt sich aus, dass diese grundlegenden sprachlichen Techniken, einmal beherrscht, unabhängig des Fachgebietes überall eingesetzt werden können. So verschwinden Abgrenzungen zwischen Alltags- und Bildungssprache und es kommt zur Aneignung einer gehobenen Bildungssprache, um sich adäquat über unterschiedliche Sachverhalte ausdrücken zu können.

Wichtig zu erwähnen ist, dass Bildungssprache nicht mit Fachsprache gleichzusetzen ist, denn Fachsprache versteht sich als Sprache, die von Akteuren/Akteurinnen innerhalb eines gewissen Gebiets zum fachlichen

Austausch ihrer Expertise jeweils innerhalb dieser Gruppe verwendet wird. Sie verwenden spezifische Fachwörter und allenfalls eine eigene Grammatik bzw. Konstrukte im Satzbau, die speziell innerhalb ihres Fachgebietes konkrete Bedeutung erlangen und vollinhaltlich auch nur von Kennern oder Akteuren/Akteurinnen innerhalb dieser Expertenrunde ‚verstanden wird‘.

Mit Bezug zum Schulunterricht hat Mathematik durch ihre Anzahl an Fachbegriffen und Symbolen bereits den Stellenwert einer Fremdsprache, die Schüler/innen zusätzlich zum Unterricht erlernen müssen. Charakteristische Merkmale der mathematischen Sprache sind ihre Eindeutigkeit, Prägnanz, ihre mathematischen Fachbegriffe sowie die abstrakte, entpersonalisierte und generalisierende Ausdrucksweise und Satzkonstruktionen, die sich klar von der Alltagssprache abgrenzen. Für die Schüler/innen ist es notwendig, sich entsprechende Kompetenzen in der jeweiligen Bildungssprache für die anfallenden Lernthemen anzueignen, um die Lehrkraft zu verstehen und auch sich selbst in dem fachlichen Kontext verständlich ausdrücken und Kommunikationsbotschaften aufnehmen zu können.

Der Transfer der Relevanz eines sprachsensiblen Unterrichts im Fachgebiet Mathematik wird entlang von unterschiedlichen Aspekten demonstriert, die zudem verschiedene Wege zum Umgang mit aufsteigenden bildungssprachlichen Niveaus aufzeigen sollen. Bereits an dieser geringen Anzahl an denkbaren Methoden wird ersichtlich, dass gerade die Mathematik einen sprachsensiblen Unterricht erlaubt und dabei Abwechslung in den Zugängen liefert, die ihrerseits die vorliegenden Stufen bildungssprachlicher Entwicklung berücksichtigen. Dies soll als Impuls verstanden werden, bei der Unterrichtsplanung einen kritischen Blick auf die gegebenen Fähigkeiten der Schüler/innen in ihrer jeweiligen Bildungssprache zu werfen, um angemessene Methoden auch aus sprachlicher Hinsicht für die Vermittlung von durchaus auch abstrakten Inhalten einzusetzen. Die Bildungssprache der Mathematik eignet sich zudem durch ihre mündlichen, schriftlichen und visuellen Kommunikationsformen besonders dazu, eine Verbindung der Erst- und Zweitsprache herzustellen, wenn multikulturelle Klassen mit unterschiedlichen Erstsprachen vorliegen. Durch die Kombination der „Fremdsprache“ Mathematik wird eine Verknüpfung der Erst- und Zweitsprache ermöglicht, die durch die verschiedenen Darstellungsformen auch optisch ergänzt werden kann und so allen Lernenden unabhängig ihrer Erstsprache einen Zugang zu abstrakten Inhalten liefert (ÖSZ, 2017, S. 14).

Literatur

- Broich, R. P. (2000). Zahlen be'greifen. In I. Frühwirth & F. Meixner (Hrsg.), *Sprachheilpädagogik und Integration* (S. 135-145). Wien :Jugend und Volk.
- Cathomas, R. M. (2005). Schule und Zweisprachigkeit. Münster: Waxmann.
- Coyle, D. & Hood, P. & Marsh, D. (2010). CLIL. Content and Language Integrated Learning. Cambridge University Press Cambridge.
- Cummins, J. (1980). The Cross-Lingual Dimensions of Language Proficiency. Implications for Bilingual Education and Optimal Age Issue. *Teso. Quarterly* 14(2), 175-187.
- Cummins, J. (2001). Language, Power and Pedagogy. Bilingual Children in the Crossfire. Clevedon, Multilingual Matters.
- Deseniss, A. (2015). Schulmathematik im Kontext von Migration. Wiesbaden :Springer Spektrum.
- Eckhardt, A. G. (2008). Sprache als Barriere für den schulischen Erfolg. Potentielle Schwierigkeiten beim Erwerb schulbezogener Sprache für Kinder mit Migrationshintergrund. Münster :Waxmann.
- Fuchs, E. & Haberland, C. & Öhlerer, K. (2014). Sprachsensibler Unterricht in der Grundschule. Fokus Mathematik. *ÖSZ-Praxisreihe*, 22, 6-31.
- Götze, D. (2015). Sprachförderung im Mathematikunterricht. Berlin :Cornelsen.
- Hänze, M. & Schmidt-Weigang, F. & Blum, S. (2007). Mit gestuften Lernhilfen im naturwissenschaftlichen Unterricht selbstständig lernen und arbeiten. In K. Rabenstein & S. Reh (Hrsg.), *Kooperatives und selbstständiges Arbeiten von Schülern. Zur Qualitätsentwicklung von Unterricht* (S. 197-208). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Leisen, J. (Hrsg.). (2003). Methoden-Handbuch. Deutschsprachiger Fachunterricht DFU. Bonn :Varus.
- Leisen, J. (2010). Handbuch Sprachförderung im Fach. Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. Bonn: Varus.
- Leisen, J. (2017). Handbuch Sprachförderung im Fach. Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. Bonn: Varus.

- Linhofer, G. & Binder, B. & Schwetz, H. (2015). Impulse für einen sprachsensiblen Mathematikunterricht. In I. Benischek, R. Beer, A. Forstner-Ebhart & E. Amtmann (Hrsg.), *Lernen erfolgreich gestalten. Modelle und Fakten für wirksames Lehren und Lernen* (S. 175-190). Wien :facultas.
- Michalak, M. & Lemke, V. & Goeke, M. (2015). Sprache im Fachunterricht. Eine Einführung in Deutsch als Zweitsprache und sprachbewussten Unterricht. Tübingen: Narr Francke Attempto.
- Möderl, K. (2003). Die Bedeutung des Sprachverständnisses in der Mathematik. In F. Lenart, N. Holzer & H. Schaupp (Hrsg.), *Rechenschwäche Rechenstörung Dyskalkulie. Erkennung: Prävention: Förderung* (S. 47-51). Graz : Leykam.
- Nolte, M. (2000). Rechenschwächen und gestörte Sprachrezeption. Beeinträchtigte Lernprozesse im Mathematikunterricht und in der Einzelbeobachtung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Nolte, M. (2013). Sprache, Sprachverständnis und Rechenschwäche (Keynote). In K. Rosenberger (Hrsg.), *Sprache rechnet sich. Medium Sprache in allen Lernbereichen* (S. 29-50). Wien : ÖGS.
- ÖSZ - Österreichisches Sprachkompetenzzentrum. (Hrsg.). (2017). Sprachsensibler Mathematikunterricht in der Sekundarstufe. *ÖSZ Praxisreihe, 28*. Online verfügbar unter http://www.oesz.at/OESZNEU/document2.php?Submit=&pub_ID=191.
- Philippis, B. S. (1970). Empirische Sozialforschung. Strategie und Taktik. Wien :Springer.
- Rösch, H. & Paetsch, J. (2011). Sach- und Textaufgaben im Mathematikunterricht als Herausforderung für mehrsprachige Kinder. In S. Prediger & E. Özdil (Hrsg.), *Mathematiklernen unter Bedingung der Mehrsprachigkeit. Stand und Perspektiven der Forschung und Entwicklung in Deutschland* (S. 55-76). Münster: Waxmann.
- 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.
- Tajmel, T. (2017). Naturwissenschaftliche Bildung in der Migrationsgesellschaft. Grundzüge einer Reflexiven Physikdidaktik und kritisch-sprachbewussten Praxis. Wiesbaden: Springer VS.
- Verboom, L. (2008). Sprachbildung im Mathematikunterricht der Grundschule. In C. Bainski & M. Krüger-Potratz (Hrsg.), *Handbuch Sprachförderung* (S. 95-112). Essen: Neue Deutsche Schule Verlagsgesellschaft.
- Verboom, L. (2017). WEGE durch den Sprachförderdschungel. Strukturierung des Fachwortschatz-Lernprozesses. In A. S. Steinweg (Hrsg.), *Mathematik und Sprache. Tagungsband des AK Grundschule in der GDM 2017* (S. 57-72). Bamberg: University of Bamberg Press.
- Wagner, R. (2006). Mündliche Kommunikation in der Schule. Stuttgart: UTB.
- Winter, H. (1976). Was soll Geometrie in der Grundschule? *Zentralblatt der Didaktik der Mathematik, 8(1)*, 14-18.