



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Sprachliche und mathematische Kompetenzen bei der
Lösung von Textaufgaben im Kontext von
Pflichtschulabschluss und Zweitspracherwerb. Eine
Fallstudie zur Bearbeitung verschiedener Textaufgaben“

verfasst von / submitted by

David Füllekruss, BA

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Arts (MA)

Wien, 2017 / Vienna 2017

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 066 814

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Deutsch als Fremd- und Zweitsprache

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof.in Dr.in phil. İnci Dirim, M.A.

Inhaltsverzeichnis

I.	Theorie	1
1	Einleitung.....	1
2	Deutsch als Zweitsprache in Schule und Fachunterricht – eine Hinführung	4
2.1	Deutsch als Zweitsprache im Fachunterricht	6
2.2	Begriffliche Annäherungen: Zwischen Alltagssprache, Bildungssprache und Fachsprache....	7
3	Mathematik und Sprache in der Schule	16
3.1	Einblick in die Forschungslandschaft.....	16
3.1.1	Der Einfluss der Sprachkompetenz auf die Mathematikleistung.....	21
3.1.2	Der Einfluss der Lesekompetenz auf die Mathematikleistung.....	24
3.2	Funktionen von Sprache im Mathematikunterricht.....	26
3.3	Sprachliche Herausforderungen im Mathematikunterricht.....	29
3.3.1	Zur Rolle der Sprache beim Aufbau von konzeptuellem Verständnis im Mathematikunterricht.....	31
3.3.2	Semantische und morpho-syntaktische Besonderheiten der mathematischen (Fach-) Sprache	35
4	Die Bearbeitung von mathematischen Textaufgaben.....	42
4.1	Textaufgaben: Begriffsklärung, Aufgabentypen und Funktionen	43
4.2	Zum Prozess der Aufgabenbearbeitung: Der Modellierungskreislauf	44
4.3	Herausforderungen beim Bearbeiten von Textaufgaben	47
4.4	Leseprozesse bei der Bearbeitung mathematischer Textaufgaben im Kontext des Zweitspracherwerbs	51
4.4.1	Textsortenspezifika mathematischer Textaufgaben	51
4.4.2	Leseprozesse aus kognitionspsychologischer Perspektive.....	52
5	Sprachliche Facetten der Kompetenzbeschreibungen für Mathematik im erwachsenengerechten Curriculum zum Pflichtschulabschluss	57
6	Zwischenfazit.....	59
II.	Forschungsprojekt.....	61
7	Forschungsvorhaben: Inhalte, Methode, Ablauf und Durchführung.....	61
7.1	Das Forschungsinteresse: Forschungsfragen und Hypothesen.....	62
7.2	Forschungsmethode.....	63
7.3	Durchführung der Erhebung	69
7.3.1	Planungsprozess	69
7.3.2	Auswahl der Textaufgaben.....	69

7.3.3	Ablauf der Treffen	70
7.4	Arbeitsschritte von der Erhebung zur Auswertung.....	72
8	Kontextualisierung der Fallstudie: Institutionelle und individuelle Hintergründe des Sprachen- und Mathematiklernens.....	74
8.1	Der institutionelle Rahmen: PROSA - Projekt Schule für Alle!	75
8.2	Besrats Bildungsbiographie	75
8.3	Besrats Sprachstand im Deutschen.....	77
9	Datenanalyse.....	81
9.1	Methodisches Vorgehen	81
9.2	Textaufgabe „Elektrohändler“.....	84
9.2.1	Sprachliche und mathematische Analyse der Textaufgabe „Elektrohändler“	84
9.2.2	Analyse des Bearbeitungsprozesses der Textaufgabe „Elektrohändler“	87
9.3	Textaufgabe „Blumenkästen“	97
9.3.1	Sprachliche und mathematische Analyse der Textaufgabe „Blumenkästen“	97
9.3.2	Analyse des Bearbeitungsprozesses der Textaufgabe „Blumenkästen“	99
9.4	Textaufgabe „Golfbälle“	103
9.4.1	Sprachliche und mathematische Analyse der Textaufgabe „Golfbälle“	104
9.4.2	Analyse des Bearbeitungsprozesses der Textaufgabe „Golfbälle“	106
9.5	Interpretation der Ergebnisse	110
10	Ausblick und didaktische Schlussfolgerungen.....	115
11	Tabellen- und Abbildungsverzeichnis.....	120
12	Literaturverzeichnis.....	122
12.1	Primärquellen.....	122
12.2	Sekundärliteratur	122
12.3	Elektronische Ressourcen.....	129
13	Anhang	132
14	Abstract	149

I. Theorie

1 Einleitung

Das Erreichen des Pflichtschulabschlusses als erstes öffentliches Abschlusszeugnis im österreichischen Schulwesen ist für geflüchtete Menschen, die nach Überschreiten des Pflichtschulalters von 15 Jahren einen erschwerten Zugang zum öffentlichen Schulsystem haben, ein notwendiger Schritt, um Zugang zu weiterführenden Bildungsmöglichkeiten zu erhalten und sich dadurch Perspektiven aufzubauen. Der Abschluss wird durch die Absolvierung einer Externistenprüfung ermöglicht, wobei die Vorbereitung im Rahmen von nichtstaatlichen Vereinen und Bildungsorganisationen stattfindet. Durch meine Tätigkeit bei *PROSA - Projekt Schule für Alle!*, ein in diesem Bereich angesiedeltes Bildungsangebot, bin ich auf die sprachlichen Herausforderungen im Fach Mathematik, die für ein erfolgreiches Bestreiten der Abschlussprüfung notwendig sind, aufmerksam geworden. Bei genauer Betrachtung der Unterrichtsinhalte wurde dabei schnell deutlich, dass die Schwierigkeiten mitunter in den Anforderungen der in der Prüfung gestellten Textaufgaben liegen. Lange und mehrgliedrige Aufgaben mit Diagrammen oder Statistiken, die nicht immer der Lebenswelt der Jugendlichen entspringen, sind dabei nicht unüblich. Das Prüfungssetting stellt zudem für viele Kursteilnehmer_innen¹ eine enorme Stresssituation dar, bei der sie unter Zeitdruck Leistung abzurufen haben. Die Absicht, meine Arbeit in diesem Bereich anzusiedeln und dadurch Erkenntnisse für die Implementierung sprachförderlicher Maßnahmen in den Mathematikunterricht mit Deutsch als Zweitsprache- (DaZ) Lerner_innen zu erlangen, führte zur Formulierung der folgenden Forschungsfrage:

Inwiefern spielen sprachliche Kompetenzen eine Rolle beim Lösen von mathematischen Textaufgaben?

Es ist also Ziel der Arbeit, die Relevanz von Sprache für das Lösen von unterschiedlichen Textaufgaben herauszuarbeiten und dabei weiteren Fragen, die sich im Rahmen dieser Forschungsfrage stellen, nachzugehen. Hierbei ist vor allem die Frage hervorzuheben, welches die konkreten Herausforderungen beim Lösen von Textaufgaben für DaZ-Lerner_innen sind und wie diese sprachwissenschaftlich eingeordnet werden können. Dabei stellt sich zudem die Frage, inwiefern alltags-, bildungs- und fachsprachliches Register eine Rolle spielen. Ferner ist der Blick auf den Zusammenhang von Sprache und Mathematik und dessen mögliche Trennbarkeit sowie deren Zusammenspiel bei der Bearbeitung von Textaufgaben zu nennen. Dabei lässt sich die Frage ergänzen,

¹ Ich verwende in dieser Arbeit den Gender_Gap, um auf Geschlechtsidentitäten zwischen oder jenseits der hegemonialen binären Geschlechterordnung von „männlich“ und „weiblich“ hinzuweisen und alle sozialen Geschlechter sprachlich einzuschließen.

an welchen Stellen im Bearbeitungsprozess von Textaufgaben Schwierigkeiten auftreten und inwiefern diese auf mathematisches oder sprachliches Wissen zurückzuführen sind. Letztlich soll die Frage beantwortet werden, ob und auf welche Weise Darstellungsformen jenseits des Textes die Lösung von Textaufgaben beeinflussen.

Ausgehend von diesen Fragestellungen sollen im Laufe der Arbeit folgende Hypothesen überprüft werden:

1. Beim Lesen mathematischer Textaufgaben werden bildungssprachliche Elemente auf Wort-, Satz und Textebene relevant und zur Voraussetzung des Lösungsprozesses. Vor allem bildungs- und fachsprachliche Elemente sind für DaZ-Lernende herausfordernd.
2. Anspruchsvolle Aufgaben können auch bei Verständnis der Rechenoperationen nicht gelöst werden, wenn sprachliche Kompetenzen fehlen
3. Eine Trennung von mathematischen und sprachlichen Kompetenzen ist nur bedingt möglich, und zwar dann, wenn ein reiner Rechenvorgang erwartet wird, der sich aus der Darstellung (Visualisierung / Semiotik) der mathematischen Operation bereits ableiten lässt
4. Mathematische Lösungsstrategien, die bereits erlernt wurden, können aufgrund der Darstellung der Aufgabe (Visualisierung, Symbole, Zeichen) zum Einsatz gebracht werden und beim Lösen der Aufgabe helfen, auch wenn es zu Schwierigkeiten im Textverständnis kommt

Beim Forschungsvorhaben handelt es sich um eine Fallstudie mit einer Schülerin des Vorbereitungskurses auf den Pflichtschulabschluss von PROSA. Die Untersuchung wurde in einem Nachhilfe-Setting durchgeführt und bestand aus mehreren Treffen, welche von einem Interview zur Bildungsbiographie ergänzt wurden. Die Tonaufnahmen und Transkripte der Treffen und des Interviews lieferten die Datengrundlage für die Analyse.

Im ersten Teil der Arbeit geht es um eine Betrachtung der wissenschaftlichen Erkenntnisse hinsichtlich der formulierten Fragen. Dafür ist ein interdisziplinärer Zugang notwendig, welcher sich auch in der Struktur der Arbeit widerspiegelt.

In Kapitel 2 findet eine Annäherung an das Forschungsfeld aus erziehungswissenschaftlicher und sprachdidaktischer Sicht statt, wobei der Forschungsbereich DaZ im Fachunterricht und die dabei essentiellen Begrifflichkeiten Alltags-, Bildungs- und Fachsprache im Zentrum stehen.

In Kapitel 3 wird darauf aufbauend die Brücke zur Mathematik geschlagen und empirische Ergebnisse zum Einfluss von Sprach- und Lesekompetenzen auf die Leistung im Fach Mathematik geworfen. Im nächsten Schritt findet eine Betrachtung der Verwobenheit von Sprache und Mathematik statt, indem verschiedene Funktionen von Sprache im Mathematikunterricht vorgestellt werden und daraufhin die Rolle der Sprache beim Aufbau von konzeptionellem Wissen beleuchtet wird. Anschließend wird die

Sprache der Mathematik aus linguistischer Perspektive betrachtet und deren Besonderheiten auf semantischer und morfo-syntaktischer Ebene herausgearbeitet.

Kapitel 4 soll letztlich einen Einblick in die Forschungsergebnisse zur Bearbeitung von Textaufgaben liefern, welche vor allem aus dem Bereich der Mathematikdidaktik stammen. Nach einer Klärung des Begriffes *Textaufgabe* sowie deren Rolle und Funktion aus mathematikdidaktischer Sicht kommt es zu einer Vorstellung des Bearbeitungsprozesses von Textaufgaben. Dieser ist gekennzeichnet von einem kognitionspsychologischen Zugang, durch den versucht wird, die (sprachlichen und mathematischen) Bearbeitungsprozesse modellhaft darzustellen und auftretende Schwierigkeiten im Prozess zu erklären. Da dabei dem Leseprozess eine besondere Rolle zukommt, wird dieser mit einem Fokus auf das Lesen mit DaZ genauer beschrieben und potentielle Schwierigkeiten auf das Lesen von Textaufgaben übertragen.

Abschließend wird in Kapitel 5 zur Verdeutlichung der impliziten und expliziten sprachlichen Erwartungen im Kontext des Mathematikunterrichts der Pflichtschulabschlussvorbereitung ein Blick auf das Curriculum zum erwachsenengerechten Pflichtschulabschluss geworfen.

Im zweiten Teil der Arbeit widme ich mich dem Forschungsprojekt, dessen Methode, Inhalte und Durchführung zunächst in Kapitel 7 ausgeführt werden. Nachdem aufbauend auf den Erkenntnissen aus dem Theorieteil eine Adaption der eingangs aufgestellten Hypothesen stattfindet, folgt im nächsten Schritt eine Vorstellung des Planungsprozesses, der Auswahl der Textaufgaben und des Ablaufs der Treffen. Das Kapitel wird durch eine Beschreibung der verschiedenen Arbeitsschritte von der Durchführung der Erhebung bis zur Auswertung der Daten abgeschlossen.

Die Kontextualisierung des Forschungsprojektes in Kapitel 8 umfasst die Bildungsbiographie der Untersuchungsteilnehmerin, die anhand des geführten Interviews beschrieben wird, eine Sprachstandsbeschreibung anhand der *Unterrichtsbegleitenden Sprachstandsbeobachtung Deutsch als Zweitsprache* (USB DaZ) sowie eine Vorstellung von PROSA, das den institutionellen Rahmen des Sprachen- und Mathematiklernens bildet.

Die Analyse der ausgewählten Textaufgaben findet in Kapitel 9 statt. Dabei wird zunächst das methodische Vorgehen ausgeführt und anschließend eine abwechselnde Analyse der Aufgabentexte sowie der Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe durchgeführt. Eine abschließende Interpretation schließt den Bogen zur Forschungsfrage und den aufgestellten Hypothesen.

2 Deutsch als Zweitsprache in Schule und Fachunterricht – eine Hinführung

„Ein Bildungssystem, das einen von der Herkunft unabhängigen Bildungserfolg nicht garantieren kann, ist in einer modernen Einwanderungsgesellschaft ein Skandal.“ (Radtke 2013)

Die Zahl der jugendlichen Seiteneinsteiger_innen im österreichischen Bildungswesen ist in den letzten Jahren aufgrund der Einwanderung vieler geflüchteter Menschen stark gestiegen und sorgt derzeit in öffentlichen Schulen sowie in außerschulischen Bildungsangeboten für unterschiedliche Herausforderungen. Vielfach geht es um die Heterogenität der Schüler_innenschaft bezüglich ihrer sprachlichen Voraussetzungen - vor allem in Bezug auf die Unterrichtssprache Deutsch. Auch die begrenzten Kapazitäten von Schulen und außerschulischen Kursangeboten führen zu langen Wartezeiten. Vor allem jene Gruppe, die das Pflichtschulalter von 15 Jahren überschritten hat, ist mit einem erschwerten Zugang zum öffentlichen Schulsystem konfrontiert – eine Situation, die zur Eröffnung eigens für diese Zielgruppe bestimmte Bildungsangebote wie dem Jugendcollege in Wien mit 1000 Plätzen geführt hat. In Einrichtungen wie diesen – wozu auch das von der Untersuchungsteilnehmerin dieser Arbeit besuchte Angebot von PROSA gehört – ist die Implementierung von sprachsensiblen Ansätzen in allen Fächern, ein Fokus auf den Zweitspracherwerb und der Einbezug der vorzufindenden Mehrsprachigkeit sowie ein ressourcenorientierter Umgang mit diversen (sprachlichen) Bildungsbiographien unumgänglich. Doch nicht nur im außerschulischen Bereich, der die Lücken des öffentlichen Bildungssystems zu schließen versucht, sind Fragen nach einem Umgang mit mehrsprachigen Lernenden, dem sukzessiven (und häufig auch simultanen) Zweitspracherwerb und sprachlicher Heterogenität seit längerer Zeit Brennpunkte sprachdidaktischer, erziehungswissenschaftlicher und bildungspolitischer Diskurse. *Deutsch als Zweitsprache* wird hier schnell zu einer Differenzmarkierung mit wertenden bis hin zu linguizistischen² Konnotationen, welche die betreffenden Personen in ihrer sprachlichen Identität auf die Kompetenzen der Sprache der Mehrheitsgesellschaft reduziert und dadurch stigmatisiert und mitunter inferiorisiert.³ Die sprachliche Heterogenität in österreichischen Schulen und damit verbundene Phänomene und Schief lagen im

² Dirim beschreibt Linguizismus als „eine spezielle Form des Rassismus, die in Vorurteilen und Sanktionen gegenüber Menschen, die eine bestimmte Sprache bzw. eine Sprache in einer durch ihre Herkunft beeinflussten spezifischen Art und Weise verwenden, zum Ausdruck kommt“ (2010: 91). Des Weiteren handelt es sich „um ein Instrument der Machtausübung gegenüber sozial schwächer gestellten Gruppen mit der Funktion der Wahrung bzw. Herstellung einer sozialen Rangordnung“ (ebd). Eine Abwertung der einen Sprache bei gleichzeitiger Aufwertung und Normsetzung jener Sprache der herrschenden Gruppe dient der Reproduktion sozialer Klassen, wobei Sprache als ethnisches und soziales Differenzmerkmal fungiert.

³ In dieser Arbeit wird der Begriff vor diesem Hintergrund versucht in einem spracherwerbstheoretischen und sprachdidaktischen Sinne zu verwenden (vgl. bspw. die Ausführungen zu *Deutsch als Zweitsprache als Bildungsaufgabe* in Jeuk 2010: 20ff). Die Benennung der besonderen sprachlichen Erwerbssituation im Deutschen und den daraus resultierenden Herausforderungen im Bildungssystem sowie mögliche didaktische Konsequenzen wird in dieser Verwendung zu einer Notwendigkeit.

Bildungssystem, wie der institutionellen Diskriminierung (Gomolla/Radtke 2010), der Abwertung und Illegitimität bestimmter migrationsbedingter, mehrsprachiger sprachlicher Praxen (vgl. Mecheril/Dirim 2010a), der generell vorzufindenden Bildungsbenachteiligung (vgl. Jeuk 2010; Dirim/Mecheril 2010b) und kulturalisierenden Tendenzen bis hin zu Rassismen (Mecheril/Melter 2010) sind seit vielen Jahren Realität. Bildungsbenachteiligung schlägt sich unter anderem in der Verteilung der Schüler_innen mit anderen Umgangssprachen als Deutsch auf die unterschiedlichen Schultypen nieder. So hatten beispielsweise im Schuljahr 2015/2016 über 70% aller Schüler_innen in Hauptschulen in Wien eine nicht-deutsche Umgangssprache, in Sonderschulen waren es knapp 60%⁴. Diese Verteilung spiegelt nicht zuletzt die Auswirkungen des nach wie vor vorherrschenden monolingualen Habitus‘ des österreichischen Schulsystems wider, welcher hohe bildungssprachliche Kompetenzen im Deutschen als Voraussetzung für schulische Erfolge mit sich bringt (Gogolin 1994). Dies wiederum lässt neben den offensichtlich diskriminierenden Tendenzen des österreichischen Bildungssystems auch darauf schließen, dass im Bereich der Sprachförderung in der Unterrichtssprache Deutsch riesige Baustellen vorliegen.

Mit didaktischen Ansätze wie der *Didaktik der Mehrsprachigkeit* (vgl. z.B. Belke 2012) und dem aus dem Englischen adaptierten Konzept der *language awareness*⁵ werden der monolingualen Ausrichtung der Schule aus erziehungswissenschaftlichen sowie sprachdidaktischen Bereichen seit einigen Jahren Alternativen entgegengesetzt – jedoch nur mit punktuellen Erfolgen.

Nicht zuletzt aufgrund eines mangelnden bildungspolitischen Willens kam es erst im Laufe der letzten zehn Jahre zu einer allmählichen Implementierung von didaktischen Konzepten zur unterrichtsintegrierten Förderung des Deutschen als Zweitsprache und einem ressourcenorientierten Umgang mit Mehrsprachigkeit in österreichischen Schulen, so dass einige Elemente (meist sind es didaktische Prinzipien) inzwischen Einzug in die Curricula erhalten haben. Dadurch bekommen diese Ansätze mehr und mehr Relevanz in der Lehrer_innenausbildung, vor allem in den Fachdidaktiken besteht jedoch großer Nachholbedarf, wie der folgende Blick auf den Bereich *Deutsch als Zweitsprache im Fachunterricht* zeigt. Nach einer kurzen Vorstellung dieses Feldes wird durch eine Auseinandersetzung mit den Begriffen Alltagssprache, Bildungssprache und Fachsprache der Fokus auf die sprachlichen Register, die in der Schule aufeinandertreffen, gerichtet.

⁴ Vgl. http://www.statistik-austria.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bildung_und_kultur/formales_bildungswesen/schulen_schulbe_such/index.html [letzter Zugriff: 26.07.2017]

⁵ Language Awareness kann als „zusammenfassende Bezeichnung für verschiedene Ansätze zum konstruktiven, positiven und bewussten Umgang mit Mehrsprachigkeit“ verstanden werden (Budde 2012: 41). Der Begriff wird oft mit dem der *Sprach(en)bewusstheit* ins Deutsche übersetzt.

2.1 Deutsch als Zweitsprache im Fachunterricht

Die Notwendigkeit, sprachliche Fördermaßnahmen in der Unterrichtssprache Deutsch in den Fachunterricht zu integrieren, wurde spätestens mit den Ergebnissen internationaler Vergleichsstudien wie PISA und TIMSS seit dem Jahr 2000 deutlich. Einsprachig deutsch aufwachsende Schüler_innen aus Familien mit höherem sozioökonomischem Status konnten in naturwissenschaftlichen Fächern sowie in Mathematik deutlich besser abschneiden als mehrsprachig aufwachsende Schüler_innen aus niedrigeren sozialen Schichten. Die Erkenntnis jedoch, dass Fachunterricht, Schulerfolg und sprachliche Kompetenzen in der Unterrichtssprache eng miteinander zusammenhängen, ist schon weitaus länger bekannt (Ahrenholz 2010a: 1). Dennoch sucht man noch heute vergeblich nach Angeboten zu sprachsensiblen Ansätzen in den Curricula österreichischer Lehramtsstudien. Ahrenholz stellt mit Blick auf das Forschungsfeld fest, dass „es nicht zu einer umfassenden und intensiven Auseinandersetzung mit dem Bereich Fachunterricht und DaZ gekommen zu sein [scheint], insbesondere die Fachdidaktiken scheinen sich dieser Aufgabe nicht wirklich angenommen zu haben“ (ebd.). Nicht verwunderlich ist daher auch die unter vielen Lehrkräften vorherrschende Annahme, dass Deutschlernen Angelegenheit des Deutschunterrichts sei. Dazu kommt die Erwartungshaltung, dass Schüler_innen einen altersgemäß ausgebildeten Sprachstand im Deutschen bereits erreicht haben sollten, was jedoch bei vielen DaZ-Schüler_innen nicht der Fall ist (Tajmel 2010: 171). Des Weiteren ist eine Überforderung aufgrund mangelnder Ausbildung sowie der ohnehin umfangreichen Rahmenlehrpläne zu nennen (ebd.: 175f).

Trotz dieser bedauerlichen Situation hat sich in den letzten Jahren auch einiges im Bereich DaZ im Fachunterricht getan. So finden sich inzwischen methodische Handreichungen zur Integration sprachlicher Förderung zu allen Fächern. Seit 2011 führt das österreichische Sprachen-Kompetenz-Zentrum (ÖSZ) im Auftrag des BMB (Bundesministeriums für Bildung) Projekte zum Thema des sprachsensiblen Fachunterrichts durch und stellt öffentlich zugängliche Unterrichtsmaterialien zur Verfügung⁶. Pionierarbeit im Gebiet leistete Joseph Leisen, der mit seinem *Handbuch Sprachförderung im Fach. Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis* einen theoretisch fundierten didaktischen Ansatz mit umfangreichen methodischen Handreichungen vorstellt (2013). Solche Materialien stellen jedoch im Schulalltag eher Ergänzungsmaterial dar, das auf Initiative engagierter Lehrkräfte hin zum Einsatz kommt, als dass von einer flächendeckenden und selbstverständlichen Integration sprachsensibler Ansätze und Materialien die Rede sein könnte. Neben den verwendeten Texten können mit Schmölder-Ebinger weitere Problemfelder des schulischen Fachunterrichts im Kontext von Zweitspracherwerb identifiziert werden (2013: 29ff):

⁶ Unter http://www.oesz.at/sprachsensiblerunterricht/materialienliste_02.php?kat=% finden sich Materialien zu verschiedenen Fächern.

- Die Welt der Texte ist den Schüler_innen nicht vertraut
- Es findet zu wenig aktives sprachliches Handeln statt
- Wissen wird reproduziert statt konstruiert
- Sprachliche Anforderungen (z.B. in Curricula und Schulbüchern) bleiben häufig intransparent
- Es findet zu wenig Textarbeit und epistemisches Schreiben statt

Literale Fähigkeiten sind dabei für den fachlichen Kompetenzerwerb von entscheidender Bedeutung, was die besondere Aufgabe einer sprachsensiblen und den Sprachständen der Schüler_innen angemessenen Auseinandersetzung mit den jeweiligen sprachlichen Kommunikations-, Handlungs- und Aneignungsstrategien in allen Unterrichtsfächern deutlich macht. Leisen spricht in diesem Zusammenhang von fachbezogenem Sprachlernen, bei welchem „gleichermaßen und gleichzeitig die fachliche, sprachliche und kommunikative Kompetenzentwicklung der Lernenden im Blick“ sind (2011: 156).

2.2 Begriffliche Annäherungen: Zwischen Alltagssprache, Bildungssprache und Fachsprache

Um die sprachlichen Herausforderungen des Fachunterrichts herauszuarbeiten, soll zunächst eine begriffliche Differenzierung der sprachlichen Register stattfinden, die in Unterrichtskontexten relevant werden. Dabei wird anfangs ein Blick auf Jim Cummins Unterscheidung zwischen BICS (basic interpersonal communicative skills) und CALP (cognitive academic language proficiency) geworfen, welche sowohl bildungspolitischen Einfluss hatte als auch die Auseinandersetzung mit Sprache in Migrationskontexten im Bereich der Zweitspracherwerbsforschung, der Sprachdidaktik, den Erziehungswissenschaften und angrenzenden Disziplinen nachhaltig prägte. Es werden dann die im Deutschen verwendeten Begriffe der Alltags- und Bildungssprache näher betrachtet, welche sich auf Cummins Konzepte zurückführen lassen. Letztlich wird auf den Übergang und Zusammenhang zwischen Bildungs- und Fachsprache eingegangen. Die Vielschichtigkeit der Begrifflichkeiten ist, wie im Folgenden zu sehen sein wird, Grund dafür, dass es „[f]ür Fragen wie ‚Was konkret ist Bildungssprache und wie zeichnet sie sich aus?‘ [...] keine einvernehmlichen Antworten [gibt]“ (Vollmer/Thürmann 2013: 43). Hinzu kommen Verwendungen von weiteren Begriffen wie Unterrichtssprache, Schulsprache⁷, Allgemeinsprache oder Umgangssprache (z.B. Chlosta/Schäfer 2014: 280f), die teilweise synonym aber auch in Abgrenzung zu anderen Begriffen herangezogen

⁷ Bspw. bei Vollmer/Thürmann (2010: 108ff) in Anlehnung an Schleppegrells Begriff der *language of schooling* (2004 in ebd.). Sie weisen auf eine synonyme Verwendung des Begriffes mit dem der *Bildungssprache* bei Gogolin hin. Bei Gogolin/Lange wird Schulsprache hingegen als „Ausschnitt von Bildungssprache [...] [, welcher] rein auf den schulischen Kontext bezogen ist“, verstanden (2011: 112). Zur Unterscheidung von Schulsprache und Bildungssprache vgl. auch Morek/Heller 2012: 84f und Schmölzer-Ebinger 2013.

werden. Es ist also anzumerken, dass die hier vorgestellten Begriffe sowohl in wissenschaftlichen Diskursen als auch (und vor allem) im alltagssprachlichen Gebrauch nicht immer trennscharf verwendet werden⁸. Die uneindeutige Verwendung der verschiedenen Begriffe drückt nicht zuletzt die Schwierigkeit der jeweiligen Abgrenzung sowie die fließenden Übergänge der Begriffe aus (vgl. Ahrenholz 2010b: 16f).

BICS und CALP

Die Einführung der Begrifflichkeiten BICS und CALP Ende der 70er Jahre durch Jim Cummins lenkte den Blick auf sprachliche Herausforderungen, die sich Zweitsprachenlerner_innen im schulischen Kontext stellen. Cummins unterscheidet mit den Begriffen BICS und CALP zwischen einem alltagssprachlichen Kompetenzbereich und einem akademischen, schriftsprachlichen Kompetenzbereich: „BICS refers to cognitively undemanding manifestations of language proficiency in interpersonal situations“ – diese Sprachkompetenzen werden im alltäglichen Sprachgebrauch automatisch erworben (Cummins/Baker 2001: 112). CALP steht dahingegen in engem Zusammenhang mit schriftsprachlichen Fähigkeiten (literacy), deren Erwerb einer schulischen und pädagogischen Unterstützung bedarf und gleichzeitig Bedingung für schulisches Lernen ist: „CALP refers to students’ ability to understand and express, in both oral and written modes, concepts and ideas that are relevant to success in school“ (Cummins 2008: 71). So finden sich auch in der mündlichen Kommunikation in der Schule viele Elemente und Funktionen der Schriftsprache, die sich stark von der alltagssprachlichen Kommunikation der Schüler_innen unterscheidet. CALP umfasst kognitiv anspruchsvolle sprachliche Mittel, die für eine korrekte, fachliche Kommunikation nötig sind. Vor allem wenn die Unterrichtssprache nicht die Erstsprache der Schüler_innen ist, stellt dieser sprachliche Anspruch eine große Hürde für schulischen Erfolg dar.

Im Eisbergmodell (Abbildung 1) werden die beiden Sphären sprachlicher Kompetenz dargestellt. Die sichtbaren Elemente zeigen alltagssprachliche Kompetenzen (Aussprache, Grammatik, Lexik), unter der Wasseroberfläche befinden sich sprachliche Kompetenzbereiche, welche eine Reflexion oder Manipulation der sichtbaren Aspekte erfordern und somit nicht ohne Weiteres zugänglich sind.

⁸ Eine wenig trennscharfe Verwendung der Begriffe *Fach-* und *Bildungssprache* findet sich bspw. bei Ganterfort/Roth (2010): Hier wird der Begriff *Bildungssprache* in seiner Bedeutung als schulsprachliches Register und academic language im Sinne von Cummins vorgestellt und infolge mit fachsprachlichen Besonderheiten, wie spezifischem Fachwortschatz, vermischt.

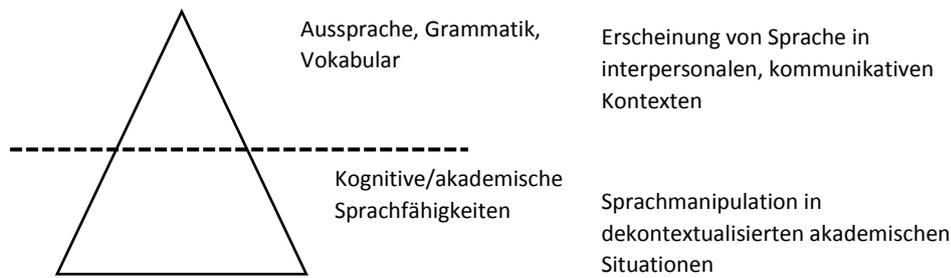


Abbildung 1: Das „Eisbergmodell“ sprachlicher Kompetenz (Cummins/Baker 2001: 112)

Scarcella kritisiert, dass die Unterscheidung zwischen BICS und CALP keine aufschlussreichen Informationen darüber gibt, was die besonderen Herausforderungen der „akademischen Sprache“ genau sind und somit keine Hilfe für eine Heranführung an einen akademischen Sprachgebrauch liefern kann: Die Unterscheidung sei „not useful for understanding the complexities of academic English or the multiple variables affecting its development“ (Scarcella 2003 in Cummins 2008: 79). Cummins entgegnet dieser Kritik, dass die Konzeptionierung von BICS und CALP nicht als Hilfestellung zum Erlangen dieser speziellen Sprachanforderungen formuliert wurde, sondern vielmehr eine theoretische Basis liefert, welche erlaubt, bildungspolitische Entscheidungen und didaktische Implementierungen abzuleiten.

Cummins' Unterscheidung zwischen BICS und CALP kann als Grundlage für eine weitere Betrachtung sprachlicher Herausforderungen im Schulkontext verstanden werden. Forschungen zum Zweitspracherwerb, die an Cummins' Unterscheidung anknüpfen, konnten durch die genauere Betrachtung der Aneignungsprozesse alltagssprachlicher und kognitiv-akademischer Sprachfähigkeiten feststellen, dass die Aneignung von CALP sich über Jahre ziehen kann, wogegen BICS von Kindern innerhalb sehr kurzer Zeit beherrscht werden (Gogolin 2013: 10, Duarte/Gogolin/Kaiser 2011: 37). Dies unterstreicht die Anforderung an die Schule, diesen Aneignungsprozess angemessen zu unterstützen.

Das im folgenden dargestellte Konzept der Bildungssprache knüpft an die Überlegungen von Cummins an, überträgt diese in den deutschsprachigen Raum und rückt dabei in ähnlicher Weise die besonderen sprachlichen Herausforderungen der multilingualen Schule ins Blickfeld.

Bildungssprache

Im Rahmen des Modellprogramms FörMig („Förderung von Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund“), welches im Jahr 2004 vor dem Hintergrund einer Expertise zur Verbesserung der Situation von Schüler_innen aus Migrantenfamilien entstand, wurde der Begriff der Bildungssprache in seiner aktuellen Verwendung im deutschsprachigen Bildungsdiskurs eingeführt. In der Expertise wurde ein komplexes Zusammenwirken verschiedener für den Bildungserfolg

ausschlaggebender Faktoren festgestellt, welche größtenteils jenseits des Einflusses der Bildungsinstitutionen zu verorten sind. So werden rechtliche, soziale, ökonomische, kulturelle sowie individuelle Faktoren genannt (vgl. Gogolin 2013: 7f). Die Empfehlung für die Gestaltung eines Programms zur Förderung von Kindern mit Migrationshintergrund stellte die sprachliche Förderung in den Vordergrund. Aufbauend auf den dargestellten Ansätzen Cummins', Theorien zum (Zweit-) Spracherwerb in und außerhalb der Schule sowie den Arbeiten von M.A.K. Halliday, der mit seiner „Funktionalen Grammatik“ die Grundlagen für eine Betrachtung der Besonderheiten verschiedener Sprachvarianten legte, wurde das Konzept des Fördermodells erstellt und dabei der Begriff der Bildungssprache verwendet (Gogolin 2013: 10f). Dieser soll jene sprachlichen Fähigkeiten bezeichnen, „die benötigt werden, damit sich ein Kind oder Jugendlicher Bildung aneignen kann“ (ebd. : 11).

„Bildungssprache ist die Sprache, in der besonderes Wissen auf eine besondere Weise behandelt wird. Besonderes Wissen heißt: Wissen, das über das Alltagswissen hinausgeht - sowohl was die Herkunft des Wissens betrifft als auch im Hinblick auf die Breite und Tiefe der Verarbeitung.“ (Ortner 2009: 2227, Hervorhebung im Original)

Zur Begriffsgenese und den Funktionen des Begriffs

Der Begriff der Bildungssprache wurde bereits im pädagogischen Diskurs des 19. Jahrhunderts zur Bezeichnung einer elitären, sich von der Mundart abgrenzenden Sprache gebildeter Schichten verwendet und wird noch heute oftmals in diesem Sinne verstanden. Die Einführung des Begriffs im Rahmen von FörMig lässt von diesem hierarchischen und normativen Verständnis von Sprache ab und stützt sich vielmehr auf Definitionen von Habermas und Wandruszka, bei denen Bildungssprache ein Sprachregister beschreibt, das in der Schulbildung zur Aneignung von Wissen notwendig ist (ebd.). Im deutschsprachigen Bildungsdiskurs hat sich dieses Verständnis jedoch erst mit den FörMig-Publikationen durchgesetzt. Im englischsprachigen Raum ist der Begriff der *academic language* vergleichbar.

Ein genauerer Blick auf die Verwendung des Begriffs Bildungssprache zeigt mehrere Perspektiven, je nach (disziplinär geprägtem) Interesse auf. So wird der Begriff in verschiedenen Disziplinen wie der Fremdsprachendidaktik, den Erziehungswissenschaften, der Psychologie, der Zweitspracherwerbsforschung, der Soziologie etc. mit folgenden drei Funktionen, die sich oftmals überschneiden, verwendet (Morek/Heller: 2012: 70ff):

1. Bildungssprache als Eintritts- und Visitenkarte (Sozialsymbolische Funktion)
2. Bildungssprache als Werkzeug des Denkens (Epistemische Funktion)
3. Bildungssprache als Medium von Wissenstransfer (Kommunikative Funktion)

1.1) Bildungssprache als Eintrittskarte: Bei dieser Perspektive wird dem Begriff der Bildungssprache eine Ungleichheiten reproduzierende Funktion zugeschrieben, indem die Verbindung von Sprache und Macht und deren inklusiven bzw. exklusiven Effekte betrachtet wird, die durch das (nicht-)Beherrschen eines gewissen Sprachgebrauchs eine Teilhabe an gesellschaftlichen Privilegien elitärer Schichten ermöglicht bzw. versperrt. Bildungsungleichheit wird hierbei durch die Bildungssprache reproduziert. Diese Annahmen gehen auf Bourdieu zurück, der den Sprachgebrauch als Element des Habitus und somit als ein verinnerlichtes, dem Denken und Handeln zugrundeliegendes Muster versteht.

„Nach Bourdieu manifestiert sich der sprachliche Habitus in der Aneignung eines der Sprachstile, die ein System ‚klassifizierter und klassifizierender, hierarchisch geordneter und hierarchisch ordnender Unterschiede‘ (2005: 60) bilden. So unterscheiden Bourdieu und Passeron eine ‚common parlance‘ und eine ‚bourgeois parlance‘ (1977: 115).“ (ebd: 77)

1.2) Bildungssprache als Visitenkarte: In Kommunikationssituationen hat die Verwendung eines bildungssprachlichen Registers oftmals eine sozialsymbolische Funktion und ermöglicht Kommunikationsteilnehmer_innen eine soziale Positionierung – sei es durch bewussten Gebrauch oder bewusste Ablehnung von Bildungssprache. Bildungssprache ist hier also eng verbunden mit einer Selbst- und Fremddarstellung und hat eine identitätsstiftende Funktion.

2.) Bildungssprache als Werkzeug des Denkens: Hier liegt die Annahme vor, dass eine Beherrschung von bildungssprachlichen Mitteln positive kognitive Auswirkungen hat und das Lernen und Denken vereinfacht oder gar ermöglicht. Sprache, Verstehensprozesse und kognitive Entwicklung sind bei diesem Ansatz eng miteinander verknüpft, was beispielsweise bei der Aneignung von fachlichen Inhalten über das Verstehen der jeweiligen Fachsprache deutlich wird. Auch in Cummins Konzeptionierung von CALP kann diese Funktion erkannt werden: CALP kann beim Erwerb weiterer Sprachen nutzbar gemacht werden und das Lernen vereinfachen, was vor allem in der Interdependenzhypothese zum Ausdruck gebracht wird (Romaine 1989: 237).

3.) Bildungssprache als Medium von Wissenstransfer: Letztlich kann Bildungssprache auch im Kontext ihrer kommunikativen Funktionalität gesehen werden. Bei dieser Herangehensweise ist die sprachliche Struktur eines Textes abhängig von der situativen Funktion, die er erfüllen soll. Die Annahme geht zurück auf die Konzeption sprachlicher Register im Rahmen der funktionalen Grammatik von M.A.K. Halliday, der damit für gängige Definitionen von Bildungssprache die Grundlage liefert. Halliday nimmt bei seinem funktionalen Ansatz an, dass die Funktion, die von Sprache erfüllt wird, die Sprache selbst verändert und durch grammatikalische (morphosyntaktische) sowie lexikalische Besonderheiten gekennzeichnet ist: „Die soziale Funktion von Sprache [wird] durch das Sprachsystem [...] reflektiert“ (Halliday 1975: 23).

(System-)Linguistische und diskursfunktionale Perspektive: Das bildungssprachliche Register

Bildungssprache im Sinne der Wissenskommunikation kann nach Vollmer/Thürmann (2013) als ein von ständigem Wandel gekennzeichnetes „dynamisches Konstrukt“ in seinen gesellschaftlichen wie schulischen Handlungsräumen beschrieben werden. Dieser Wandel macht sich sowohl auf lexikalischer Ebene durch die Umdeutung und Aufnahme von Begrifflichkeiten aus fachsprachlichen Registern (z.B. Ozonloch) als auch auf diskursiver Ebene bemerkbar, bspw. durch die Veränderung und Weiterentwicklung von Präsentationsformen von Wissen (ebd.: 43f). Im schulischen Handlungsraum kann diese Dynamik durch die Progression der Anforderungen bildungssprachlicher Kompetenz im Laufe der Schulzeit erkannt werden. Diese Entwicklungsdynamik ist zum einen auf die Veränderung der kognitiv-intellektuellen Anforderungen der Unterrichtsinhalte und -aktivitäten und zum anderen auf die „fortschreitende[...] sprachliche Biographie der Lernenden insgesamt“ zurückzuführen (ebd.: 44).

Trotz dieser verschiedenen Facetten und Dynamiken des Begriffes wurden bildungssprachliche Anforderungen im schulischen Kontext vielfach versucht an konkreten Merkmalen festzumachen (vgl. etwa Schleppegrell 2001; Ortner 2009; Ganterfort/Roth 2010; Gogolin/Lange 2011). Zudem liegen aufbauend auf der Annahme einer von der Funktion der Sprache abhängigen inneren Organisation der Sprache unterschiedliche Modellierungsversuche bildungssprachlicher Kompetenzen vor (Vollmer/Thürmann 2013, vgl. Abschnitt 3.3). Hierbei wird über die Oberflächenstruktur bildungssprachlicher Realisierungen im Sinne einer (system-)linguistischen Betrachtung hinausgegangen und diese durch eine diskursfunktionale Ebene ergänzt. Es kommen so Aspekte wie Modalität (Schriftlichkeit/Mündlichkeit), kommunikative Aktivität sowie kognitive und metasprachliche Aspekte hinzu (ebd.).

Im Allgemeinen lässt sich eine Ähnlichkeit des bildungssprachlichen Sprachgebrauchs mit den Normen elaborierter Schriftlichkeit erkennen. Dazu zählen Dekontextualisierung (der Text kann unabhängig vom unmittelbaren Kommunikationskontext rezipiert und verstanden werden), Explizitheit (in Inhalt und Struktur), eine Orientierung an syntaktischen Strukturen, Komplexität, Objektivität, argumentative Klarheit sowie Ich-Distanzierung und Textautonomie (Morek/Heller 2012: 71; Ortner 2009: 2228). Einige der bildungssprachlichen Spezifika auf Wort-, Satz- und Textebene sowie einige diskursfunktionalen Aspekte sind in Tabelle 1 dargestellt (vgl. Schleppegrell 2001: 438; Ganterfort/Roth 2010: 579f; Gogolin/Lange 2011: 113f; Morek/Heller 2012: 73 und Rösch/Paetsch 2011: 56f).

Es kommen im schulischen Kontext zudem spezifische Sprachhandlungen wie *beschreiben*, *argumentieren*, *beurteilen*, *zusammenfassen* etc. hinzu (Rösch/Paetsch 2011: 56). Alle beschriebenen Dimensionen und Erscheinungsformen von Bildungssprache können für Lernende zur Herausforderung werden, wie bei einem Blick auf spezifische DaZ-Stolpersteine deutlich wird (vgl. ebd.: 58).

Tabelle 1: Besonderheiten des bildungssprachlichen Registers

Wortebene; Lexik & Semantik	<ul style="list-style-type: none"> differenzierende und abstrahierende Ausdrücke spezifische, technische Begriffe, Fachwortschatz Nominalisierungen Nominale Zusammensetzungen Präfixverben Lexikalische Subjekte statt pronominalen Formen
Satzebene	<ul style="list-style-type: none"> Nominal- und Präpositionalphrasen Komplexe Syntax Satzgefüge (Konditionalsätze, Relativsätze) Unpersönliche Konstruktionen (Passiv, man-Sätze) Attribute (<i>die Hypotenuse eines gleichschenkligen Dreiecks</i>) Funktionsverben (<i>Überlegungen anstellen</i>)
Textebene	<ul style="list-style-type: none"> Kohäsionsbildende Elemente und logische Verbindungen durch Strukturwortschatz (z.B. durch Präpositionen, Konjunktionen und adverbiale Konstruktionen) Fachspezifische Textsorten (mathematische Definition, Textaufgabe)
Diskursfunktionale Ebene	<ul style="list-style-type: none"> Dekontextualisierung der Kommunikationssituation Sprecher_innenrollen und -wechsel klar festgelegt Diskursive Planung Monologische Formen (Vortrag, Präsentation) Stilistische Konventionen (hypotaktisch, objektiv, knapp, etc.) Benötigtes kulturspezifisches oder Weltwissen

Es kann zudem erkannt werden, dass das bildungssprachliche Register sowohl in gesprochener als auch in geschriebener Form auftritt, sich dabei jedoch im Bereich der konzeptionellen Schriftlichkeit⁹ bewegt. In der konzeptionellen Mündlichkeit der Alltagskommunikation (auch *Sprache der Nähe*), bei der ein gemeinsamer Erlebniskontext die Kommunikation begleitet, ist im Unterschied zur konzeptionellen Schriftlichkeit (auch *Sprache der Distanz*¹⁰) eine Ableitung der Bedeutung sprachlicher Äußerungen über den Kontext, situationsabhängige Verkürzungen sowie ein erhöhter Einsatz von Gestik und Mimik möglich (Dehn 2011: 129; Gogolin/Lange 2011: 112). Dahingegen ist die konzeptionell schriftliche Bildungssprache rein sprachlich fixiert und durch Präzision gekennzeichnet, mit dem Ziel universale Bedeutungen zu konstruieren (ebd.). In medialer Mündlichkeit tritt

⁹ Koch und Österreicher unterscheiden zwischen Medium und Konzeption, wobei zwischen medial mündlich und schriftlich (z.B. ein Hörbuch und ein Roman) differenziert wird, hingegen die Konzeption sprachlicher Erscheinungen auf Kommunikationsbedingungen, -strategien und -konventionen Bezug nimmt (1985, 1994 in Dehn 2011: 137).

¹⁰ Die Begriffe *Sprache der Nähe* und *Sprache der Distanz* gehen ebenfalls auf Koch/Österreicher zurück (Dehn 2011: 137).

Bildungssprache also auch konzeptionell schriftlich auf, es kann von *schriftförmiger Rede* gesprochen werden (Ong 1987 in Dehn 2011: 129).

Es sei letztlich auf den normativen Charakter des Konstruktes *Bildungssprache* hingewiesen, welcher sich in der Tatsache begründen lässt, dass schulischer Erfolg eng mit der Aneignung der dargestellten bildungssprachlichen Besonderheiten verbunden ist und dieser ohne bildungssprachliche Kompetenzen in produktiver wie rezeptiver Form nur bedingt möglich ist. Bildungssprache wird somit zur Erwartung an „erfolgreiche Schüler_innen“ und somit wird die Vermittlung bildungssprachlicher Kompetenzen gleichzeitig zur didaktischen Aufgabe der Bildungsinstitutionen selbst (Schmölzer-Ebinger 2013: 25; Gogolin/Lange 2011: 111).

Mit der Bildungssprache von der Alltagssprache zur Fachsprache

„Fachsprache ist eine Sprachvariante, die in einem Fachbereich gebraucht wird. Sie umfasst sprachliche Mittel und Formen, mit denen sich Fachexperten über ein Fachgebiet optimal verständigen können“ (Hoffmann 1982 in Michalak/Lemke/Goeke 2015:55). Weiter sind Fachsprachen geprägt durch einen „terminologisch normierten Fachwortschatz, den differenzierten Gebrauch von komplexen Wörtern wie Komposita sowie Prä- bzw. Suffixbildungen und des Nominalstils. Hinzu kommen unpersönliche Konstruktionen durch Passiv, Reflexiv- und Infinitivkonstruktionen und eine Deverbalisierung“ (Rösch/Paetsch 2011: 57). Diese gängige Definition von Fachsprache wirft die Frage auf, inwiefern sprachliche Besonderheiten innerhalb fachlicher Diskurse und das darin kommunizierte Fachwissen Eingang in den schulischen Alltag bekommen und wie Fachsprachen in Bezug zum beschriebenen bildungssprachlichen Register stehen. Es ist bereits deutlich zu erkennen, dass der Übergang hier nicht nur fließend ist, sondern große Überschneidungen und Verknüpfungen erkennbar sind. So scheint es nicht verwunderlich, dass Fachsprachen häufig als Teil des bildungssprachlichen Registers anstatt in Abgrenzung zu diesem verstanden werden, wie dies bspw. bei Leisen geschieht, wenn er ausführt, dass „Fachsprache, symbolische Sprache, Unterrichtssprache und Bildsprache [...] die Bildungssprache spezifizieren“ (2011: 146). Um den Begriffen trotz dieses berechtigten Verständnisses eine gewisse Trennschärfe zu geben, macht es Sinn auf die Besonderheiten und eine mögliche Abgrenzbarkeit des Konzepts der Fachsprachen zu schauen.

Im Gegensatz zur Bildungssprache sind Fachsprachen an fachliche Inhalte gebunden, es werden fachspezifische Textsorten verwendet und fachspezifische Erwartungen an Form und Inhalt der Kommunikation werden relevant. So wird mit der Fachsprache, die sich durch Neutralität, Objektivität, Präzision und Informationsdichte charakterisieren lässt, Fachwissen von Fachexpert_innen kommuniziert. Teile dieses Fachwissens halten Einzug in den schulischen Fachunterricht. Mit Ortner können zwei unterschiedliche Funktionen der Bildungssprache in Bezug auf das darin prozessierte Wissen ausgemacht werden, die sich in ihrer Ausgestaltung deutlich vom Fachwissen abgrenzen

lassen: (1) allgemeines Orientierungswissen und (2) fächerübergreifendes Wissen, wie Verfahrenswissen und das Wissen über Probleme und damit verbundene Fragen:

„Gegenüber dem Fachwissen ist das im Medium der Bildungssprache prozessierte Wissen entweder Fachwissen, das durch Wissenstransfer aus den einzelnen Fächern und sonstigen besonderen Bereichen ‚in die einheitsstiftenden Alltagsdeutungen‘ (Habermas 1981: 346) eingebracht und so zum allgemeinen Orientierungswissen wird, oder es ist fächerübergreifendes und Bereiche aufeinander beziehendes Wissen, z.B. Verfahrenswissen, Wissen darüber, dass sich angesichts von Problemen Fragen stellen, dass Fragen aufgeworfen, untersucht und diskutiert werden, dass Fragen offen bleiben oder einer Lösung zugeführt werden können, dass manche Fragen endgültig geklärt werden können, manche nur vorläufig, dass Beiträge nur einzelne Punkte solcher Fragen oder das Gesamtproblem betreffen.“ (Ortner 2009: 2228)

Dass Bildungssprache nicht an fachliche Inhalte gebunden ist, wird auch dadurch deutlich, dass die Kommunikation über Alltagserfahrungen durchaus bildungssprachlich stattfinden sowie auch Fachwissen alltagssprachlich kommuniziert werden kann (Rösch/Paetsch 2011: 56f). Eine Abgrenzung des Registers Bildungssprache von der Fachsprache liegt darüber also durchaus darin, dass sie sich nicht auf eine bestimmte Lexik beschränken lässt. Der Bildungssprache kommt in diesem Sinne eine mittelnde Funktion zwischen Fach- und Alltagssprache sowie eine Rolle als „Verkehrssprache zwischen den Fachsprachen“ (Ortner 2009: 2229) zu, wobei sie mit ihren sprachlichen Besonderheiten näher am fachsprachlichen Register zu verorten ist (Wessel 2015: 27).

Weiter ist festzuhalten, dass sich die Sprachverwendung innerhalb schulischer Kontexte zwischen fach- und bildungssprachlicher Norm und alltagssprachlicher Realität bewegt. Die Aneignung bildungssprachlicher Elemente kann nur über Referenzen auf das alltagssprachliche Wissen von Schüler_innen gelingen (Grießhaber 2010: 42).

Abschließend kann gesagt werden, dass trotz der vorgenommenen begrifflichen Abgrenzungen keine klare Grenzziehung zwischen den Begrifflichkeiten möglich ist. Vielmehr können die sprachlichen Erscheinungsformen zwischen Alltags-, Bildungs- und Fachsprache als Kontinuum verstanden werden. Die Register lassen sich auf einem solchen Sprachkontinuum (oder *mode continuum*) mit ihren unterschiedlichen und teils überschneidenden Diskursmodalitäten (Medium Mündlichkeit/Schriftlichkeit) und Konzeptionen (konzeptionelle Schriftlichkeit/Mündlichkeit) verorten (Wessel 2015: 27). Die Verwendung der Begriffe ist in der vorliegenden Arbeit vor dem Hintergrund dieses sprachlichen Kontinuums und der vorgestellten Überschneidungen zu verstehen.

Durch das einleitende Kapitel konnte zum einen ein Überblick über das Fachgebiet gegeben werden, welchem die vorliegende empirische Forschung zugeordnet werden kann und zudem eine begriffliche und konzeptionelle Annäherung an die in schulischen Kontexten relevanten Sprachregister vorgenommen werden. Hervorzuheben bleibt, dass in Bezug auf den Erwerb des Deutschen als Zweitsprache bei Seiteneinsteiger_innen alltags- und bildungssprachliche Elemente durchaus simultan

erworben werden. Dies kann insofern weitere Schwierigkeiten mit sich bringen, als dass die notwendigen alltagssprachlichen Mittel für die Partizipation an der Unterrichtsinteraktion, über welche bildungssprachliches Repertoire angeeignet wird, noch nicht ausreichend vorhanden sind. Beim folgenden Blick auf das Fach Mathematik wird unter anderem diese Dimension stärker beleuchtet.

3 Mathematik und Sprache in der Schule

Es wurden, wie im Folgenden ausgeführt wird, bereits einige Forschungen zum Thema Mathematik und Sprache sowie Untersuchungen zu unterschiedlichen Fragestellungen in diesem Feld durchgeführt: Als kognitives wie kommunikatives Werkzeug, zur Aneignung und Wiedergabe von Wissen, zum Verständnis von Erklärungen, Beweissätzen, Instruktionen oder Textaufgaben und nicht zuletzt zur Aushandlung von Bedeutungen und Konzepten in der gemeinsamen Interaktion im Klassenraum. Die Ebenen von Sprache im Mathematikunterricht sind vielschichtig, beeinflussen und bedingen sich gegenseitig und bedürfen nicht nur aufgrund der zunehmenden Bedeutung von Deutsch als Zweitsprache im Fach einer Bewusstmachung und unterstützenden, didaktisch-methodischen Aufarbeitung und Begleitung. Nichtsdestotrotz finden in Bezug auf mehrsprachige Klassen und den Erwerb des Deutschen als Zweitsprache die vorgestellten Erkenntnisse erst allmählich Einzug in die Praxis des Unterrichtens und in die Lehrer_innenausbildung (Frank/Gürsoy 2014: 30).

Dieses Kapitel soll ermöglichen, anhand empirischer Evidenzen aus der Forschungslandschaft das Netz von Bedeutungen, Funktionen und Rollen von Sprache im Fach Mathematik sowie damit verbundene besondere Herausforderungen genauer zu beleuchten und in ihren Verstrickungen zu betrachten. Dafür wird zunächst ein allgemeiner Einblick in die Forschungslandschaft in Bezug auf die Frage nach Sprachlichkeit im Mathematikunterricht gegeben, welche infolge mit Blick auf Zusammenhänge zwischen Sprachkompetenzen und mathematischer Leistung (3.1.1) und daraufhin zwischen Lesekompetenz und Mathematikleistung differenzierter betrachtet werden. Unter 3.2. werden die verschiedenen Funktionen von Sprache im Mathematikunterricht genauer beleuchtet und dabei die Verknüpfung kommunikativer und kognitiver Aspekte herausgearbeitet. Im Anschluss daran werden unter 3.3. sprachliche Herausforderungen im Fach Mathematik aus linguistischer Perspektive beschrieben.

3.1 Einblick in die Forschungslandschaft

Festzuhalten ist zunächst, dass es sich um ein multi- und interdisziplinäres Feld handelt, welches linguistische, sprachdidaktische, mathematikdidaktische sowie erziehungswissenschaftliche Perspektiven beinhaltet und verbindet und je nach spezifischem Forschungsinteresse unterschiedlich

gewichtet. Die Interdisziplinarität des Forschungsfeldes wird durch folgende Darstellung von Ellerton/Clarkson (1996: 992, Abbildung 2) deutlich und soll die disziplinären Interpretationsebenen von Sprache im Mathematikunterricht sowie deren Ineinandergreifen verdeutlichen:

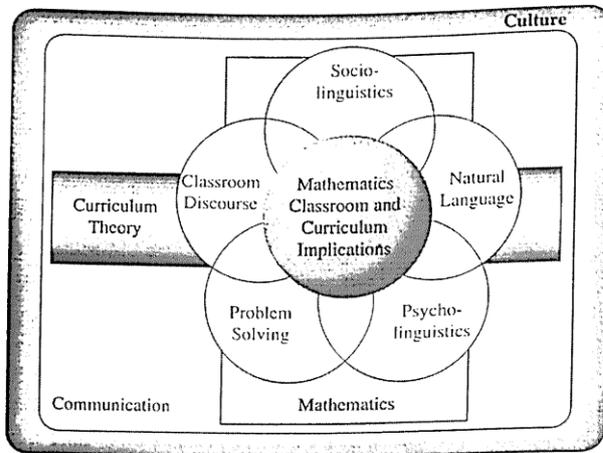


Abbildung 2: Modell zur Interpretation sprachlicher Aspekte im Mathematikunterricht (Ellerton/Clarkson 1996: 992)

Das Thema Sprache und Mathematik wurde so aus unterschiedlichen Blickwinkeln in zahlreichen Untersuchungen betrachtet, was sich sowohl in verschiedenen theoretischen Ansätzen und Zugängen, als auch in Fragestellungen und Forschungsergebnissen ausdrückt (Schmidt-Thieme 2010: 271). Hier ist beispielsweise die Fachsprachenlinguistik zu erwähnen, welche sich seit den 50er Jahren als abgrenzbare Teildisziplin mit linguistischen Spezifika unterschiedlicher Disziplinen auseinandersetzt (ebd.: 272). Annäherungen an die Thematik aus einer sprachdidaktischen Perspektive, welche vor allem Förderansätze für den Erwerb des Deutschen als Zweitsprache hervorbrachten, lassen oftmals Spezifika der Mathematik unberücksichtigt (Prediger/Wessel 2011: 164). Auf der anderen Seite sind viele Studien und Forschungsvorhaben dem Bereich der Mathematikdidaktik entsprungen, die jedoch erst in den letzten zehn Jahren allmählich damit begannen, den Erwerb des Deutschen als Zweitsprache zu berücksichtigen und Aspekte von Mehrsprachigkeit lange Zeit kaum Beachtung schenkten (ebd.)¹¹. Durch die Relevanz sprachwissenschaftlicher und sprachdidaktischer Aspekte in einer von Mehrsprachigkeit gekennzeichneten Schule sowie der Notwendigkeit einer sprachlichen Förderung in allen Fächern entwickelten sich in den letzten zehn Jahren immer häufiger interdisziplinäre Kooperationen. Der Einbezug einer DaZ-Perspektive konnte somit auch in fachdidaktischen Diskursen größere Relevanz erlangen.

Es liegen inzwischen mehrere Werke vor, die einen Überblick über das Forschungsfeld Sprache im Fach Mathematik liefern. Ein Blick auf den einschlägigen Sammelband *Mathematiklernen unter*

¹¹ Eine Ausnahme für das Englische als Zweitsprache findet sich bspw. in Dale/Cuevas (1987), die sich für eine Integration von mathematischem und sprachlichem Lernen aussprechen. Sie gehen dabei einerseits auf die Eingliederung sprachlichen Lernens in den Mathematikunterricht und andererseits auf die Aufnahme von mathematischen Inhalten in den Englischunterricht ein.

Bedingungen der Mehrsprachigkeit (Prediger/Özdil 2011) macht die Interdisziplinarität des Feldes durch Beiträge aller erwähnten disziplinären Perspektiven deutlich. Der Band gibt einen Einblick in relevante Studien und Forschungsergebnisse der letzten Jahre und geht dabei sowohl auf Herausforderungen in der Unterrichtsinteraktion sowie in Texten als auch auf den Forschungsstand hinsichtlich sprachförderlicher Maßnahmen im Fach Mathematik ein. Einen prägnanten Überblick über das Forschungsfeld liefert außerdem das kürzlich erschienene Werk *Sprache im Fach Mathematik* (Meyer/Tiedemann 2017). Ausgehend von den grundlegenden Zusammenhängen von Sprache und Mathematik, den Funktionen der Sprache im kompetenzorientierten Mathematikunterricht, einer Vorstellung empirischer Erkenntnisse zum Zusammenhang von Sprachkompetenzen, Migrationshintergrund und Mathematikleistung sowie einem Blick auf das Thema Mehrsprachigkeit im Mathematikunterricht ziehen die Autor_innen Schlüsse für einen sprachsensiblen Unterricht. Der Sammelband *Multilingualism in Mathematics Classrooms: Global Perspectives* (Barwell 2009) führt in die internationale Forschungslandschaft und die darin schon seit langem existente Diskussion um eine Nutzung der Erstsprache als Ressource für den Mathematikunterricht in mehrsprachigen Klassen ein – ein Zugang, welcher im deutschsprachigen Raum erst in jüngster Zeit ins Interesse der Forschung geriet (Prediger et al 2011: 8). Dass Kompetenzen in der Erstsprache für das Mathematiklernen in einer Zweitsprache nicht nur nutzbar gemacht werden können, sondern – bei adäquatem Sprachstand in der Unterrichtssprache – durchaus positive Effekte auf Mathematikleistungen haben, konnte für das Englische bereits zu Beginn der 90er Jahre festgestellt werden (Secada 1992).

Die Anzahl an Studien und kleineren sowie größer angelegten Forschungsprojekten zur Frage der Relevanz von Sprache im Mathematikunterricht nahm vor allem in den letzten 20 Jahren zu. Es gab jedoch bereits zuvor Veröffentlichungen, unter anderem aus dem Bereich der Mathematikdidaktik, die sich mit der Thematik sprachlicher Aspekte in der Mathematik auseinandersetzten. Hervorzuheben ist hier beispielsweise die Publikation *Mathematik und Sprache* von Maier und Schweiger (1999), worin in aller Ausführlichkeit die Besonderheiten der mathematischen (Fach)Sprache dargestellt werden. Reusser (1997) gibt einen Überblick über die Forschungslage hinsichtlich der Bearbeitung von Textaufgaben aus mathematikdidaktischer Perspektive (vgl. Kapitel 4). Die Auseinandersetzung, welche durchaus auch linguistische Perspektiven umfasst, geht zurück bis in die 70er Jahre. Der Zweitspracherwerb spielt in diesen Diskursen jedoch kaum eine Rolle. Welche Bedeutung die Sprache in der Aneignung und Vermittlung von mathematischen Gegenständen hat, ist ebenfalls seit einigen Jahren im Interesse der deutschsprachigen Mathematikdidaktik (vgl. etwa Gallin/Ruf 1998; Maier/Schweiger 1999; Prediger/Siebel/Lengnink 2002)

Dabei wurde durchaus ein sprachfördernder Zugang ausformuliert und in die Mathematikdidaktik hineinreklamiert, wobei eine DaZ-Perspektive vorerst ausblieb. Dass sprachliche und konzeptuelle

Herausforderungen aufs engste miteinander verstrickt sind, konnte nicht nur im Rahmen dieser Publikationen konstatiert werden und damit die oftmals auch im Alltagsverständnis vorhandene Trennung von mathematischem Wissen und Sprache herausfordern (vgl. dazu 3.3.1). Wie in Kapitel 1 vorgestellt, gibt es aus dem erziehungswissenschaftlichen und sprachdidaktischen Bereich ebenfalls seit Längerem eine Annäherung an das Thema Sprache im Fachunterricht und die Forderung nach einer sprachsensiblen und sprachfördernden Fachdidaktik im Sinne einer durchgängigen Sprachbildung.

Ein steigendes Forschungsinteresse bezüglich schüler_innenseitiger Einflussfaktoren wie dem Stand im (Zweit-)Spracherwerb oder sprachlich-kultureller Hintergründe auf das Mathematiklernen rückte spätestens mit den Ergebnissen internationaler Vergleichsstudien wie PISA und TIMSS um die Jahrtausendwende ins Augenmerk der Wissenschaft. Mit der Studie „Sozialisation und Akkulturation in Erfahrungsräumen von Kindern mit Migrationshintergrund“ (SOKKE; 2003-2010) - eine bis dato seltene Längsschnittstudie - wurden Entwicklungen im Grundschulalter in Sprachstand und Mathematikleistung und deren Zusammenhänge von knapp 300 Schüler_innen untersucht. Dabei wurde festgestellt, „dass bereits am Ende des ersten Schuljahres signifikante Unterschiede zwischen Kindern mit und ohne Migrationshintergrund bestanden, die auch in den folgenden beiden Schuljahren nicht ausgeglichen werden konnten“ (Heinze/Herwartz-Emden/Braun et al. 2011: 25, vgl. Abschnitt 3.1.1).

Zu erwähnen ist zudem das Forschungsprojekt *Mathematiklernen im Kontext sprachlich-kultureller Diversität*¹², bei dem der Frage nachgegangen wurde, inwiefern zweisprachiges Aufwachsen und eine Sozialisation in zwei kulturellen Traditionen die Entwicklung schulsprachiger Anforderungen und im Speziellen die kognitive Entwicklung im Bereich der Mathematik beeinflussen (Gogolin/Kaiser/Roth et al. 2004; Gogolin/Schwarz 2004). Es konnte im Rahmen der Untersuchung die Annahme bestätigt werden, „dass die entscheidende Hürde für schulische Erfolgchancen im Beherrschen der spezifischen Sprache(n) der Schule liegt“ und „Zweisprachigkeit als eine dauerhaft relevante Bildungsvoraussetzung für die Aneignung und nachhaltig erfolgreiche Verarbeitung des Schulstoffes“ ist (ebd.: 845f).

Die jüngsten Dissertationsprojekte von Wilhelm (2017) und Gürsoy (2016) lassen ein fortbestehendes Forschungsinteresse und die Notwendigkeit weiterer empirischer Untersuchungen zu diesem Thema erkennen, worauf auch von einigen Autor_innen in den letzten Jahren immer wieder hingewiesen wurde (Wilhelm 2016; Prediger/Özdil 2011; Rösch/Paetsch 2011; Duarte/Gogolin/Kaiser 2011: 45). Beide Dissertationen entstanden vor dem Hintergrund des einjährigen interdisziplinären Forschungsprojektes in den Jahren 2012/2013 *ZP10: Sprachliche und konzeptuelle Herausforderungen für mehrsprachige Lernende in den Zentralen Prüfungen 10 im Unterrichtsfach Mathematik –*

¹² Die Untersuchung wurde im Rahmen des Graduiertenkollegs Bildungsforschung am Fachbereich Erziehungswissenschaft der Universität Hamburg durchgeführt und von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert.

*Empirische Analysen MATHDaZ-ZP*¹³ (vgl. Gürsoy / Benholz / Renk u.a. 2013; Prediger / Renk / Büchter u.a. 2013), gefördert durch das Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. Die Auswertungen der Studie lassen einen bedeutenden Einfluss der Sprachkompetenzen auf die Mathematikleistungen erkennen (Prediger et al. 2015; Wilhelm 2016; vgl. Abschnitt 3.1.1.)

Das Forschungsprojekt entsprang nicht zuletzt der Kooperation zweier universitärer Projekte, welche sich mit der Integration von sprachlichem und fachlichem Lernen sowohl im Bereich der Forschung als auch in der Lehrer_innenbildung auseinandersetzen. Zum einen das Kompetenzzentrum *ProDaZ* der Universität Duisburg-Essen, welches neben einer Professionalisierung der Lehrer_innenausbildung im Hinblick auf Sprachbildung und Mehrsprachigkeit im Fachunterricht durch Fort- und Weiterbildungen, interdisziplinären Kooperationen, Forschung und Entwicklung und Theorie-Praxis-Projekte auch Beratung und Transfer anstreben (Benholz/Frank/Gürsoy 2015: 7ff). Die Vielzahl der im Rahmen des Projekts erschienenen Veröffentlichungen, welche sich mit der Diagnose von sprachlichen und fachlichen Kompetenzen sowie der Sprachförderung im Mathematikunterricht auseinandersetzen, sind für die vorliegende Arbeit in Bezug auf die gewählte Forschungsfrage und die empirische Herangehensweise von großer Bedeutung.¹⁴ Neben ProDaZ ist außerdem das Forschungs- und Entwicklungsprojekt *MuM - Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit*¹⁵ der Universität Dortmund unter der Leitung von Susanne Prediger zu nennen. Neben empirischen Analysen zum Ineinandergreifen fachlicher und sprachlicher Anforderungen in Prüfungs- und Lernsituationen werden sprach- und fachintegrierte Förderansätze entwickelt, erprobt und evaluiert sowie für die tägliche Schulpraxis zugänglich gemacht.

Wie bereits erwähnt ist die Frage nach sprachlichen Hürden im Mathematikunterricht spätestens mit den Ergebnissen internationaler Vergleichsstudien zu Beginn des 21. Jahrhunderts ins Zentrum der Aufmerksamkeit gerückt. In den folgenden detaillierten Beschreibungen empirischer Untersuchungen (3.1.1 & 3.2.2) wird daher immer wieder auf Ergebnisse von TIMSS/PIRLS (Trends in International Mathematics and Science Study / Progress in International Reading Literacy Study, vgl. u.a. Suchan/Wallner-Paschon/Bergmüller 2012) sowie PISA (OECD 2012; Suchan/Breit 2016; Klieme/Neubrand/Lüdtke 2001) zurückgegriffen.

Bei einer Betrachtung des Forschungsfeldes wird erkennbar, dass jenseits der international angelegten Querschnittsstudien wie PISA, PIRLS und TIMSS kaum empirische Ergebnisse zum Thema Sprachkompetenz und Mathematikunterricht in Bezug auf das österreichische Bildungssystem

¹³ Für nähere Informationen zum Projekt vgl. <https://www.uni-due.de/daz-daf/zp10.shtml>

¹⁴ Ein Überblick über Veröffentlichungen im Rahmen von ProDaZ finden sich unter <https://www.uni-due.de/prodaz/veroeffentlichungen.php>

¹⁵ Nähere Informationen zum Projekt finden sich unter <http://www.mathematik.uni-dortmund.de/~prediger/projekte/mum/home.html>

vorliegen. Zwar finden sich aus dem Bereich der Mathematikdidaktik einige kleine Forschungen im Rahmen von Diplomarbeiten, jedoch gibt es in Österreich keine vergleichbaren größeren Forschungsprojekte wie die erwähnten, öffentlich geförderten Projekte in Deutschland.

Ähnlich bedauernd ist die Tatsache, dass bisher in Bezug auf dieses Thema keine Untersuchungen hinsichtlich Seiteneinsteiger_innen ins Bildungssystem vorzufinden sind. Diese Tatsache schränkt die Aussagekraft der vorliegenden und vorgestellten Befunde in Bezug auf mein Forschungsvorhaben sicherlich ein. Zum einen sind die Ergebnisse diverser Studien nahezu ausschließlich im Rahmen eines im Kindesalter beginnenden Zweitspracherwerbs angelegt, wohingegen es sich in der von mir durchgeführten Fallstudie um einen im Jugendalter beginnenden Zweitspracherwerb handelt. Auch der institutionelle Kontext, in welchem das Mathematiklernen stattfindet, ist durch den Besuch eines außerschulischen, erwachsenengerechten Bildungsangebots ein besonderer, der dem Lernen durchaus einen anderen Rahmen liefert als der schulische Kontext, auf den sich die meisten Studien beziehen. Es muss also berücksichtigt werden, dass die im Folgenden dargestellten empirischen Erkenntnisse zur Relevanz von Sprache für mathematische Kompetenzen nur insofern übertragbar auf die vorliegende Untersuchung sind, als dass es sich um verallgemeinerbare Aussagen handelt. Da diese jedoch keiner empirischen Basis in Bezug auf die Gruppe der Seiteneinsteiger_innen bzw. dem Lernkontext eines außerschulischen Bildungsangebots entspringen, sollen zum einen im empirischen Teil die nachfolgend vorgestellten Erkenntnisse aus bisherigen Studien überprüft werden und zudem bereits im Zuge der folgenden Darstellungen auf eine Übertragbarkeit auf den spezifischen Forschungskontext der vorliegenden Arbeit hin betrachtet werden.

Die folgende Darstellung einschlägiger Forschungsergebnisse soll die Erkenntnis, dass Sprachkompetenzen die Mathematikleistung beeinflussen, näher beleuchten und dabei auf das Vorgehen zur Begründung der Hypothese, die jeweiligen Forschungskontexte und die Übertragbarkeit auf den Forschungskontext der vorliegenden Arbeit eingehen. Es werden dabei zunächst Sprachkompetenzen im Allgemeinen und anschließend Lesekompetenzen betrachtet. Letztere sind zwar Teil der Sprachkompetenzen, werden jedoch in Studien oftmals spezifisch betrachtet. Für die vorliegende Arbeit hat der Blick auf den Zusammenhang zwischen Lesekompetenzen und Mathematikleistungen insofern besondere Beachtung verdient, als dass das Verständnis von Textaufgaben von Lesekompetenzen abhängig ist.

3.1.1 Der Einfluss der Sprachkompetenz auf die Mathematikleistung

Dass Sprachkompetenzen die Leistungen im Fach Mathematik maßgeblich beeinflussen, wurde in internationalen Forschungen schon seit langem konstatiert. So konnten zum Beispiel Duncan / de Avila (1981 in Secada 1992: 637f) signifikante Korrelationen zwischen Ergebnissen von

Sprachstandserhebungen¹⁶ und Leistungen in Mathematiktests in verschiedenen Studien mit Schüler_innen der ersten, dritten und fünften Klasse feststellen. Auch Fernandez / Nielsen (1986 in ebd.: 637) konstatierten bei ihren Erhebungen mit Spanisch-Englisch bilingualen und Englisch monolingualen Schüler_innen signifikante Auswirkungen der Sprachkompetenz auf mathematische Leistungen. Secada kommt mit der Ergänzung, dass sich das Zusammenwirken von sprachlichen und mathematischen Kompetenzen sehr komplex darstellt, zu einer ähnlichen Schlussfolgerung (ebd.: 638).

In amtlich deutschsprachigen Regionen - und dabei, wie bereits angemerkt, vor allem in bundesdeutschen Erhebungen - wurden die Zusammenhänge von Sprachkompetenzen und Mathematikleistung erst in den letzten Jahren stärker fokussiert, wobei vor allem der Grundschulkontext zum Forschungsgegenstand wurde. So konnten beispielsweise im Rahmen der erwähnten Längsschnittstudie „Sozialisation und Akkulturation in Erfahrungsräumen von Kindern mit Migrationshintergrund“ (SOKKE) eindeutige Zusammenhänge zwischen Sprachkompetenzen und mathematischen Leistungen festgestellt werden (Heinze/Herwartz-Emden/Braun et al. 2011: 25). Es wurde bei der Datenerhebung mit 292 Schüler_innen anhand standardisierter Mathematiktests (DEMAT 1+, 2+ und 3+¹⁷) zunächst ein Leistungsunterschied zwischen Kindern mit und ohne Migrationshintergrund bereits am Ende des ersten Schuljahres festgestellt, welcher sich bis ans Ende der Grundschulzeit fortsetzte. Unter statistischer Kontrolle des Sprachstandes, gemessen mit der *Sprachstandsüberprüfung und Förderdiagnostik für Ausländer- und Aussiedlerkinder* (Hobusch 2002 in ebd.), verschwanden diese Unterschiede, was den positiven Effekt eines höheren Sprachstandes auf das Abschneiden im Mathematiktest nahelegt. Im Rahmen der Ergebnisse der Studie wird auf die besondere Bedeutung der Partizipation an der Unterrichtsinteraktion hingewiesen, welche ausreichende Kenntnisse in der Unterrichtssprache voraussetzt (ebd.: 28).

Bei der Erhebung *BeLesen*, einer weiteren Längsschnittstudie von der ersten bis zur vierten Klasse mit 950 Berliner Kindern, wurde der Sprachstand mit drei unabhängigen Diagnoseverfahren erhoben und mit Leistungen u.a. im Fach Mathematik in Zusammenhang gebracht (Mücke 2007 in Wilhelm 2016: 32). Dabei konnte ebenfalls festgestellt werden, dass vor allem kommunikative Kompetenzen eine Voraussetzung für den Lernerfolg im Grundschulalter darstellen und deren Einfluss mit fortschreitender Schulzeit und höheren Anforderungen zunimmt.

¹⁶ Es handelte sich dabei um das Testverfahren *Language Assessment Scales*, welches Sprachkompetenzen im Englischen hinsichtlich der sprachlichen Anforderungen in schulischen Kontexten erhebt (vgl. Esquinca/Yaden/Rueda 2005: 676).

¹⁷ DEMAT: Deutscher Mathematiktest für erste / zweite / dritte Klassen. Genauere Informationen zu den Tests finden sich in Krajewski/Küspert/Schneider (2002a und 2002b).

Bei der im Zuge des interdisziplinären Forschungsprojektes *Sprachliche und konzeptuelle Herausforderungen für mehrsprachige Lernende in den zentralen Prüfungen 10 im Unterrichtsfach Mathematik* entstandenen Dissertation von Wilhelm (2017) wurden im quantitativen Teil herkunftsbedingte (sozioökonomischer Status, Migrationshintergrund und Zeitpunkt des Deutscherwerbs) und sprachliche Hintergrundfaktoren und deren Einfluss auf die mathematische Leistung der 1495 teilnehmenden Schüler_innen untersucht. Dabei wurde neben der Erhebung sprachrezeptiver und sprachproduktiver Sprachkompetenzen mit bildungssprachlichem Fokus mittels C-Test¹⁸ die Lesekompetenz anhand der ZP10 Deutsch Prüfungsergebnisse herangezogen. Es stellte sich heraus, dass (1) sprachliche Hintergrundfaktoren „einen erheblich stärkeren Zusammenhang zur Mathematikleistung in den ZP10 aufweis[en] als Faktoren zum herkunftsbezogenen Hintergrund“ und dass dabei (2) bildungssprachtypische Kompetenzen wichtiger als rein rezeptive Lesekompetenzen sind (ebd.: 293f). Wilhelm kommt mit den Ergebnissen ihrer Auswertungen zu folgender Erkenntnis:

„Die im amerikanischen Sprachraum oft festgestellte Relevanz der Sprachkompetenz für die Mathematikleistung [...] konnte somit auch im deutschen Sprachraum vorgefunden werden und zwar nicht nur, wie meist bisher, bzgl. der Mehrsprachigkeit oder der Lesekompetenz, sondern einem breiter verstandenen und bildungssprachlich ausgerichteten Konstrukt von Sprachkompetenz.“ (ebd. 294)

Bei einer Untersuchung von Abedi/Lord (2001) konnte zudem festgestellt werden, dass eine sprachliche Veränderung von Aufgabentexten zu besseren Testergebnissen führte. Zu den Veränderungen zählten unter anderem (ebd.: 221):

- Ersetzen von unüblichen und schwierigen Wörtern durch gängige Begriffe
- Wechsel von Passiv in Aktiv
- Verkürzung langer Nominalphrasen
- Aufteilung von Satzgefügen mit Konditionalsatz in zwei Sätze
- Eliminierung von Relativsätzen
- Verringerung der Komplexität der Fragesätze
- Konkretisierung abstrakter und unpersönlicher Äußerungen

Dieses Ergebnis zeigt, dass eine Vereinfachung der verwendeten Sprache in Textaufgaben das Verständnis und die davon ausgehende Übertragung in ein mathematisches Modell begünstigt. Zudem zeigt es, dass die verwendete Sprache in Aufgabentexten ausschlaggebend für das Abrufen mathematischer Fähigkeiten ist.

¹⁸ Zum Einsatz kam ein C-Test bestehend aus 5 bildungssprachtypischen Texten, bei denen bis auf den Einleitungs- und Satzlusssatz jedes zweite Wort zur Hälfte gestrichen wurde (Wilhelm 2016: 107).

All diese Erkenntnisse liefern zwar keine Aussage über den Zusammenhang von Sprachkompetenz auf mathematische Leistungen bei Seiteneinsteiger_innen. Dass jedoch auch bei einem später einsetzenden Zweitspracherwerb die Mathematikleistungen maßgeblich von sprachlichen Fertigkeiten in der Unterrichtssprache abhängen, kann angenommen werden. Wilhelm kann in ihrer Erhebung zumindest festhalten, dass der Zeitpunkt des Deutscherwerbs als herkunftsbezogenem Hintergrundfaktor weniger Einfluss hat als Sprachkompetenzen, wobei lediglich eine Einteilung in die drei Gruppen *monolingual deutschsprachig*, *mehrsprachig - Deutsch vor Kindergarten* und *mehrsprachig - Deutsch ab Kindergarten oder ab Schule* vorgenommen wurde (Wilhelm 2016: 105). Dies schränkt die Aussagekraft für Personen, die als Seiteneinsteiger_innen den Spracherwerb der Unterrichtssprache im Jugendalter beginnen, ein. Es ist durchaus vorstellbar, dass das konzeptionelle Verständnis von Begriffen bereits in der Erstsprache - beispielsweise während der Schulzeit im Herkunftsland – aufgebaut wurde und somit dementsprechende kognitive Prozesse über sprachliche Interaktionen, Darstellungen und Texte nicht mehr notwendig sind. In diesem Fall wäre lediglich eine Übersetzung des Begriffes nötig, da das konzeptuelle Verständnis des Begriffes bereits durch mentale Repräsentationen vorhanden ist. Die sprachliche Herausforderung würde dann weniger im Aufbau von mathematischem Wissen, sondern vielmehr in der Übertragung von einer Sprache in die andere liegen. Untersuchungen, die sich solchen Fragestellungen annehmen, sind bisher nicht vorzufinden.

3.1.2 Der Einfluss der Lesekompetenz auf die Mathematikleistung

Für das Englische als Zweitsprache wurde bereits in den 80er Jahren geschlossen, dass die Lesefähigkeit mathematische Problemlösefähigkeit voraussagt (Duran 1988 in Secada 1992: 637). McGhan (1995 in Brown 2005: 341) stellte bei einer Erhebung mit Viertklässler_innen in 139 Schuldistrikten in Michigan einen sehr hohen *Korrelationskoeffizienten*¹⁹ von 0.84 zwischen Leseverstehen und mathematischen Testergebnissen fest. Brown konstatiert zudem, dass *English Language Learners* (ELL) Informationen langsamer verarbeiten, da sie langsamer lesen, was zu einer Beeinträchtigung der Bearbeitung von Aufgaben führt (ebd., Adams 1990 in Abedi 2001).

Lesekompetenzen als Komponente eines weiter verstandenen Konzeptes von Sprachkompetenz gerieten im deutschsprachigen Raum vor allem durch die internationalen Vergleichsstudien IGLU/PIRLS für den Grundschulbereich bzw. PISA für die Sekundarstufe I. in den Blick.

Im Rahmen der Ergebnisse von PISA 2000 wurde festgestellt, dass mit einem Pfadkoeffizienten von 0,55 die Lesekompetenz einen höheren Einfluss auf mathematische Leistungen hat als alle anderen

¹⁹ *Korrelationskoeffizienten* geben den Zusammenhang zwischen zwei gemessenen Merkmalen an. Dabei besteht bei einem Wert von -1 ein komplett negativer linearer Zusammenhang, bei +1 ein komplett positiver Zusammenhang. Beträgt der Korrelationseffizient den Wert 0, so besteht kein Zusammenhang zwischen den beiden herangezogenen Faktoren. Bei PISA ist unter gleichem Verständnis von *Pfadkoeffizienten* die Rede (Wilhelm 2016:24f).

Variablen, wie der sozioökonomische Status, die kognitive Grundfertigkeit oder das Geschlecht (Klieme/Neubrand/Lüdtke 2001: 184).

Ähnliche Ergebnisse konnten auch durch die Erhebungen im Grundschulbereich durch IGLU/TIMSS 2011, an der über 4000 Schüler_innen in 197 Grundschulen in Deutschland teilnahmen, mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,54 abgeleitet werden (Bos/Wendt/Ünlü et al. 2012: 278). Dahingegen ist man im Forschungsprojekt DISUM („Didaktische Interventionsformen für einen selbstständigkeitsorientierten aufgabengesteuerten Unterricht am Beispiel Mathematik“) auf abweichende Ergebnisse gekommen. Bei der Untersuchung mit 100 Realschüler_innen der neunten Jahrgangsstufe konnte keine Korrelation zwischen den Ergebnissen des Lesetests und den Leistungen in mathematischen Aufgaben (geteilt in Modellierungsfähigkeit und innermathematische Leistung, vgl. Abschnitt 4.2) festgestellt werden (Schukajlow/Leiss 2008: 97). Die Autoren führen dies auf ihre engere Konzeptualisierung der Lesekompetenz²⁰ im Vergleich zu jener bei PISA zurück (ebd.). Die unterschiedlichen Ergebnisse und die Uneinigkeit über den Zusammenhang der beiden Kompetenzbereiche können letztlich auch darauf zurückgeführt werden, dass eine Abgrenzbarkeit der zu messenden Kompetenzen im Bereich der Lese- und Mathematikleistung durchaus problematisch ist und in den Forschungen auf unterschiedliche Weise vollzogen wird (ebd.). Nichtsdestotrotz scheint eine Abhängigkeit der mathematischen Leistung von der Lesefähigkeit in den Forschungsergebnissen zu überwiegen und liegt insbesondere bei der Bearbeitung von Textaufgaben auf der Hand. Die Zusammenhänge werden von Knoche/Lind wie folgt zusammengefasst (2004 in Wilhelm 2016: 29): Die Bearbeitung von Textaufgaben erfordert eine aktive Auseinandersetzung mit dem Text und eine Strukturierung des Textes, zudem muss das Gelesene in das Vorwissen eingebettet werden. Weiter setzt der Umgang mit fachsprachlichen Charakteristika der Mathematik eine hohe Lesekompetenz voraus. Letztlich wird genannt, dass Leistungen in beiden Kompetenzbereichen auf gleiche Hintergrundvariablen, v.a. die kognitiven Grundfähigkeiten, zurückzuführen sind.

Diese Erkenntnisse beziehen sich auf sowohl auf monolingual aufwachsende Schüler_innen als auch auf Kinder und Jugendliche, die bereits im Kindesalter mit dem Zweitspracherwerb begannen. Eine Übertragbarkeit der konstatierten Korrelation auf Jugendliche mit einem später einsetzenden Zweitspracherwerb ist aufgrund fehlender empirischer Evidenzen nur vermutbar. Es ist jedoch anzunehmen, dass die Lesekompetenzen in der Zweitsprache bei Seiteneinsteiger_innen geringer sind als jene von Schüler_innen, die von Kindesalter an mit deutschsprachigen Texten konfrontiert sind. Mit

²⁰ Lesekompetenz wird hier als „Fähigkeit, schriftliche Texte mit ausschließlich verbalen Informationen zu verstehen“ konzipiert (Schukajlow/Leiss 2008: 97). Die OECD hingegen verwendet folgende Definition: „Lesefähigkeit [...], geschriebene Texte zu verstehen, zu nutzen, über sie zu reflektieren und sich mit ihnen auseinanderzusetzen, um eigene Ziele zu erreichen, das eigene Wissen und Potenzial weiterzuentwickeln und am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen“ (OECD 2009 in Schmich/Schwantner/Toferer 2010: o.S.)

den vorliegenden Ergebnissen lässt sich daher ein umso größerer Einfluss der Lesekompetenz auf die mathematische Leistung und im Speziellen die Lösung mathematischer Textaufgaben bei Seiteneinsteiger_innen annehmen.

Die Mehrzahl der hier vorgestellten Forschungsergebnisse zum Einfluss von Sprach- und Lesekompetenzen auf mathematische Leistungen fand durch eine quantitative Analyse von Testergebnissen statt, welche von Schüler_innen in einem besonderen Setting unter Zeit- und Leistungsdruck, ohne die Möglichkeit zu einer Auseinandersetzung oder Interaktion, bearbeitet wurden. Es bleibt zu überprüfen, ob sich die Ergebnisse im Setting der in dieser Arbeit analysierten Fallstudie bestätigen lassen. Diese unterscheidet sich durch die Möglichkeit zur Interaktion und einen offenen zeitlichen Rahmen zur Bearbeitung der Aufgaben sowie durch den qualitativen Charakter der Analyse deutlich von den vorgestellten Studien und versucht darüber hinaus, sprachliche Schwierigkeiten konkret zu benennen.

3.2 Funktionen von Sprache im Mathematikunterricht

Im Alltagsverständnis sowie im Verständnis vieler Lehrkräfte ist trotz empirischer Widerlegungen aus der Wissenschaft die Annahme gängig, mathematische und sprachliche Kompetenzen existierten und entwickelten sich unabhängig voneinander, wobei im Sinne von mathematischen Leistungen oftmals auch von „kognitiven Kompetenzen“ gesprochen wird (Frank/Gürsoy 2015: 135). „Mathematik als Wissenschaft von Quantität und Raum und ihrer symbolischen Darstellung“ (Davis/Hersh 1996 in Rösch/Paetsch 2011: 58) sei somit in ihrem formal-logischen Charakter losgelöst von Sprache bzw. trete Sprache nur an der Oberfläche der Mathematik auf (ebd.; Frank/Gürsoy 2015: 135). In eine ähnliche Richtung geht die Vorstellung, es gebe einseitig mathematisch oder einseitig sprachlich begabte Menschen. Neben den vorgestellten empirischen Befunden zum Einfluss von sprachlichen Faktoren auf die mathematische Leistung lassen sich grundlegende Verknüpfungen und reziproke Abhängigkeiten von Sprache und Mathematik in Unterrichtskontexten feststellen. So erklären beispielsweise Ellerton/Clarkson die Bedeutung von Sprache in der Mathematik damit, dass sich mathematische Inhalte nur mithilfe von Sprache *verstehen* und *vermitteln* lassen und erst durch Sprache Bedeutung erhalten (1996 in Rösch/Paetsch 2011: 59). Daran lassen sich die beiden grundlegenden Funktionen von Sprache erkennen: Neben einer *kommunikativen Funktion*, wodurch Verständigung ermöglicht wird, nimmt Sprache auch eine *kognitive Funktion* ein, welche dem Erkenntnisgewinn dient (Maier/Schweiger 1999: 17, Gardt 1995 in Wilhelm 2016: 35).

An folgendem Merksatz des Lehrwerks *ganz klar – Mathematik 1* lässt sich sehr deutlich die enge Verknüpfung der kommunikativen und kognitiven Funktion von Sprache erkennen:

„Brüche mit gleichem Nenner werden addiert, indem man nur die Zähler addiert. Brüche mit gleichem Nenner werden subtrahiert, indem man nur die Zähler subtrahiert“ (Achleitner/Ratzberger-Klampfer/Weikinger 2011: 98).

Es wird in diesem Satz eine mathematische Regel erklärt, der Text dient also dem (kognitiven) Erkenntnisgewinn, welcher jedoch nur durch ein Verständnis des Textes, der das Wissen vermittelt bzw. kommuniziert, gelingen kann. Stellt man sich die Bearbeitung dieses Satzes in einer Unterrichtssituation vor, so wird diese zumindest kommunikativ begleitet, wobei ein Rückgriff auf das Alltagssprachliche Register wohl unumgänglich scheint. Die Sprache des Satzes selbst kann zur Herausforderung werden, birgt er doch potentielle Schwierigkeiten durch Fachvokabular auf der Wortebene (z.B. „Nenner“ oder „Zähler“, vgl. 3.3.2) sowie auf der Satzebene (Konditionalsatz, unpersönliche Ausdrucksweise durch Passivkonstruktion und man-Konstruktion). Diese Herausforderungen bedürfen je nach sprachlicher Ausgangssituation der Schüler_innen einer gemeinsamen Aushandlung, welche wiederum über Sprache stattfindet. Dadurch wird deutlich, dass eine adäquate Beherrschung der Unterrichtssprache zur eigentlichen Wissensaneignung Voraussetzung für ein Verständnis eines solchen Satzes ist. Es lassen sich anhand dieses Beispiels verschiedene Rollen von Sprache ableiten, welche sich wie folgt darstellen lassen (vgl. Prediger 2013: 167ff; Meyer Tiedemann 2017: 43ff):

(1) Sprache als Lerngegenstand

Die Aushandlung und Aneignung mathematischen Wissens setzt ein Erlernen spezifischer sprachlicher Mittel voraus. Bildungssprache im Allgemeinen und mathematikspezifische Besonderheiten liefern hier nicht nur für Schüler_innen mit Deutsch als Zweitspracherwerb diverse Hürden und machen eine Unterstützung im Aneignungsprozess notwendig. Meyer / Tiedemann machen dies anhand des Beispiels unterschiedlicher Semantiken desselben Wortes in Alltagssprache und Mathematik deutlich (z.B. „Nenner“ in der Bruchrechnung): „Wer [...] anerkennt, dass die Beziehung zwischen Symbolen (Wörtern oder mathematischen Zeichen) und denen ihnen zugeordneten Bedeutungen grundsätzlich willkürlich ist, sieht die Sprache in ihrer Rolle als Lerngegenstand, da jene mathematisch-konventionalisierten Beziehungen von jedem Lernenden individuell neu gelernt werden müssen“ (ebd.: 44).

(2) Sprache als Lernmedium

Die Vermittlung von Inhalten findet stets durch Sprache statt, sei es mündlich im Rahmen der Unterrichtsinteraktion oder in Form von (zu rezipierenden oder zu produzierenden) Texten. Vor allem die Interaktion hat wie noch zu sehen sein wird einen bedeutenden, wenn nicht entscheidenden Einfluss auf den Erwerb mathematischer Kompetenzen.

(3) Sprache als Lernvoraussetzung

Erfolgreicher Aufbau von mathematischen Kompetenzen ist also an das Vorhandensein kommunikativer Kompetenzen geknüpft. Inhalte werden sprachlich vermittelt und die Interaktion spielt eine wichtige Bedeutung für die Aneignung von Wissen. So werden kommunikative Kompetenzen zur Voraussetzung an der Partizipation im Unterrichtsgeschehen, ebenso sind Textkompetenzen Voraussetzung für mathematisches Lernen und Problemlösen, sowie zur Aufgabenbewältigung (schriftliche Instruktionen oder Textaufgaben, vgl. Kapitel 4).

(4) Sprache als Lernhindernis

„Begriffe, bestehend aus (Fach-)Wörtern und den ihnen konventionalisiert zugeschriebenen Bedeutungen, werden verwendet, um weitere Begriffe einzuführen [...] und können aus eben diesem Grund zum Lernhindernis werden“ (ebd.: 45)

Über diese Feststellung hinaus machen die ersten drei Funktionen deutlich, dass ohne sprachliche Kompetenzen eine Entwicklung mathematischer Kompetenzen kaum vorstellbar ist. Ist Sprache Lernvoraussetzung, so kann sie natürlich gleichermaßen zum Hindernis werden, welches sich je nach Beschaffenheit der sprachlichen Situation auf allen Ebenen von Sprache niederschlagen kann. Eine linguistische Annäherung an im Mathematikunterricht und in mathematischen Texten besonders häufig vorkommende sprachliche Hindernisse (nicht nur für DaZ-Lernende) wird daher in Abschnitt 3.3.2 vorgenommen.

Neben den unter 2.2. beschriebenen Funktionen der Bildungssprache nimmt die Sprache weitere wichtige Funktionen für mathematische Prozesse ein, wie der „Aufmerksamkeitsfokussierung und des Anstoßes zur Interpretation, der Verifikation bzw. Kontrolle dieser Interpretationen und [der] Impuls zum Strukturieren der Modelle sowie zur abstrahierenden und generalisierenden Reflexion“ (Maier/Schweiger 1999: 91).

Exkurs: Darstellungsformen in der Mathematik

In der Mathematikdidaktik kommt es neben der sprachlichen Repräsentation mathematischer Vorgänge oft zur Verwendung weiterer Repräsentationsmodi, die ergänzend, erklärend oder veranschaulichend auftreten. Mit Bruner lassen sich die folgenden drei Repräsentationssysteme unterscheiden, wobei Sprache als bedeutender Teil des symbolischen Repräsentationssystems hervorzuheben ist (1974 in Maier/Schweiger 1999: 77ff; 1974 in Mayer/Tiedemann 2017: 39ff):

1. Das enaktive Repräsentationssystem: Hierbei handelt es sich um die Darstellung durch eine Handlung, wobei in Bezug auf das Mathematiklernen der Einbezug von Objekten bzw. eine

materialgebundene Handlung zur Veranschaulichung von mathematischen Vorgängen verstanden werden kann.

2. Das ikonische Repräsentationssystem: Durch den Einsatz von Bildern und Grafiken werden Sachverhalte dargestellt und durch Referenz auf lebensweltliche Erfahrungen der Betrachter_innen Inhalte zusammengefasst. In der Mathematikdidaktik ist die Visualisierung wesentliches Element bei der Einführung neuer Themen oder der unterstützenden Veranschaulichung von mathematischen Operationen etc. (vgl. Maier / Schweiger 1999: 81ff)
3. Das symbolische Repräsentationssystem: Hier wird die Welt durch Symbole repräsentiert, also durch Zeichen oder die Zusammensetzung von Zeichen. Dieses System erlaubt im Gegensatz zur ikonischen Darstellungsweise eine willkürliche Verbindung zwischen Ausdruck und Inhalt des sprachlichen Zeichens, es ist arbiträr, beruht jedoch auf Konvention. Unter 3.3.2 werden sowohl ikonische als auch symbolische Repräsentationen auf der Wortebene genauer beschreiben.

Maier/Schweiger kritisieren an dieser Unterteilung zum einen, dass eine Abgrenzbarkeit der drei Repräsentationsmodi nicht so eindeutig möglich sei (1999: 78f). Außerdem weisen sie auf die mangelnde Unterscheidung zwischen Prozess und Produkt einer Darstellung in diesem Modell hin. Letztlich sei die Unterscheidung zwischen ikonischen, symbolischen und enaktiven Repräsentationen gerade in Bezug auf die Mathematik dahingehend unzureichend, als dass keinerlei Unterscheidung zwischen externen, internen und mentalen Prozessen stattfindet.

Sowohl die verschiedenen sprachlichen Funktionen als auch die möglichen Darstellungsebenen mathematischer Inhalte liefern eine Grundlage, auf der sich die im Folgenden konkretisierten sprachlichen Herausforderungen abspielen. Auch für den Analyseteil dieser Arbeit (vgl. 6.) bieten diese Ebenen und Funktionen von Sprache eine ergänzende Analyseperspektive.

3.3 Sprachliche Herausforderungen im Mathematikunterricht

Die verschiedenen Facetten sprachlicher Herausforderungen im schulischen Mathematikunterricht wurden bereits angerissen und sollen in diesem Kapitel genauer betrachtet werden. Ein Blick auf die von Brown zusammengefassten Herausforderungen für Lernende, die Mathematik in einer anderen Sprache als ihrer Erstsprache lernen, zeigt, dass neben sprachlichen auch kognitive und (sozio-)kulturelle Aspekte eine Rolle spielen können (2005: 340ff):

1. Mathematik wird als eigene Sprache durch den Filter einer sich im Erwerbsprozess befindenden Sprache – also zumindest als dritte Sprache – erlernt, was aufgrund des ohnehin bestehenden kognitiven Anspruches eine besondere Herausforderung darstellt.

2. Mathematisches Lernen ist aufeinander aufbauend, der Schwierigkeitsgrad steigt sehr schnell. Sind einmal Lücken entstanden, so wird das Aufholen und die Weiterentwicklung des Wissens sehr schwer.
3. Die Unterschiede zwischen Alltagssprache und der Sprache der Mathematik stellen die Lernenden vor eine große Herausforderung.
4. Die Syntax in mathematischen Kontexten ist sehr komplex und spezifisch.
5. Das für Sprachenlernende typische langsame Lesen in der Zweitsprache sowie die geringere Lesekompetenz wirken sich auf die mathematische Leistung aus.
6. Kulturbedingte Unterschiede in der Lösung mathematischer Probleme.
7. Soziokulturelle Faktoren wirken sich auf die Interpretation mathematischer Probleme und Fragestellungen aus, was zu Missverständnissen führen kann.
8. Der kulturelle Kontext der Mehrheitsgesellschaft, in den mathematische Fragestellungen eingebettet sind, kann unbekannt sein, was das Verständnis der Situation erschweren kann.

Nicht alle dieser Aspekte können in der vorliegenden Arbeit ausgeführt und in die Analyse mit einbezogen werden. Es macht jedoch deutlich, wie vielschichtig und unterschiedlich die Ebenen beim Erlernen mathematischer Inhalte bzw. beim Lösen mathematischer Aufgaben sein können.

Die Betrachtung sprachlicher Aspekte im Bereich der Mathematik kann in einem Kontinuum von Alltagssprachlichkeit bis hin zur sprachlich stattfindenden Bedeutungskonstruktion mathematischer Inhalte veranschaulicht werden (vgl. Abbildung 3). In diesem Modell von Gawned folgt der Sprache der realen Welt (1) jene des Klassenzimmers (2), wonach fachsprachliche Aspekte relevant werden (3) und zuletzt die Bedeutungskonstruktion in der Mathematik stattfindet (4) (1990 in Ellerton/Clarkson 1996: 990).

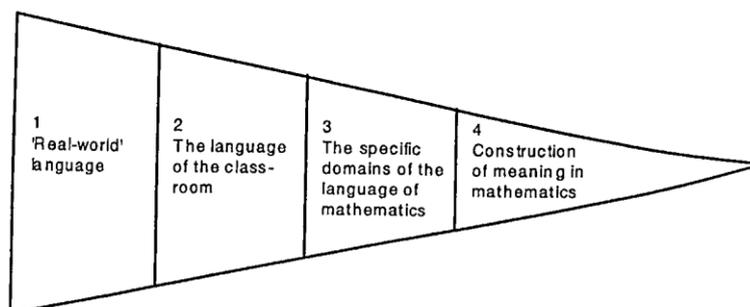


Abbildung 3: Gawneds sozio-psycho-linguistisches Modell zusammengefasst von Ellerton/Clarkson (1996: 990)

Um die sprachlichen Aspekte, die im Unterricht zur Geltung kommen, zu differenzieren, hilft ein Blick auf das Modell sprachlicher Dimensionen im Fachunterricht von Vollmer/Thürmann (2013: 47, vgl. Abbildung 4). Es bietet eine (nicht nur auf das Fach Mathematik anwendbare) umfassende und

nachvollziehbare Darstellung der verschiedenen Dimensionen sprachlicher Handlungen im Fachunterricht.

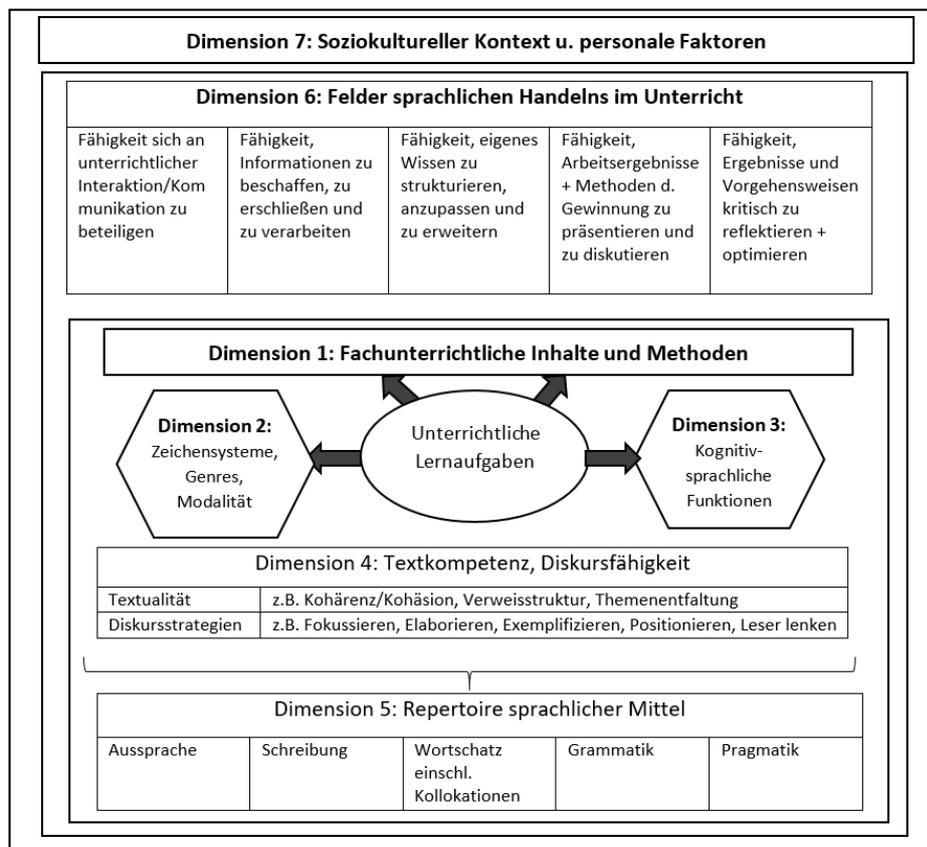


Abbildung 4: Modellierung sprachlicher Anforderungen im Fachunterricht (Vollmer/Thürmann 2010: 113, 2013: 47)

Das Modell ist für die vorliegende Arbeit insofern hilfreich, als dass es eine Verortung der in den erhobenen Daten untersuchten sprachlichen Hürden innerhalb einer oder mehrerer der beschriebenen Dimensionen ermöglicht. Dabei werden vor allem Dimension 6 und 4 (Textkompetenz sowie die Fähigkeit, Informationen aus Texten zu verstehen) sowie Dimension 5 (Repertoire sprachlicher Mittel mit den Kategorien Schreibung, Wortschatz und Grammatik) und Dimension 1 im Sinne eines fachlichen Verstehens relevant.

3.3.1 Zur Rolle der Sprache beim Aufbau von konzeptuellem Verständnis im Mathematikunterricht

Um von dieser allgemeinen Betrachtung der Relevanz von Sprache - aufgrund ihrer kommunikativen und kognitiven Funktion - detaillierter auf mathematische Verstehensprozesse und deren Verwobenheit mit Sprache einzugehen, sollen an dieser Stelle der *mathematisch-fachliche Begriff* (im Englischen *concept*), sowie *Begriffsbildungsprozesse* und die dabei auftretenden Verknüpfungen von sprachlichem und konzeptuellem Wissen in den Blick genommen werden.

Beim Verstehens- und Problemlöseprozess in der Mathematik werden verschiedene Begriffsebenen relevant, welche sich im Spektrum Alltagssprachlicher Elemente bis hin zu abstrakten mathematisch-symbolischen Zeichen und Symbole bewegen. Nach von Kügelgen (1994: 29ff) sind es die folgenden 5 Ebenen, auf denen sich sprachliche Handlungen mit zunehmender Abstraktheit in der Mathematik verorten lassen:

- (1) *Die alltägliche-allgemeinbegriffliche Ebene*: Die Begriffsebene der „Lebenswelt“, fachunspezifisch; umfasst Alltagssprachliches Grundwissen
- (2) *Die mathematisch-zeichnerische Begriffsebene*: Reduktion von Alltagsbegriffen auf die Ebene der mathematischen Zeichnung, Planskizzen, Abbildungen von Objekten, sinnlich konkrete Anschauung der alltäglichen Realität
- (3) *Die mathematisch fachbegriffliche Ebene*: Bezeichnung spezifischer mathematischer Konzepte und Prozesse
- (4) *Die algebraisch-symbolische Ebene*: Darstellung von Operationen durch Symbole
- (5) *Die algebraisch-numerische Begriffsebene*: Rechnen mit Ziffern

Diese unterschiedlichen Begriffsebenen sind miteinander vernetzt - mathematische Probleme umfassen stets mehrere Ebenen zugleich - und können nicht ausschließlich an terminologischen Repräsentationen erkannt werden, da sie auch durch mentale Prozesse zur Geltung kommen (ebd.: 28). Neben einer Vernetzung der Begriffsebenen untereinander findet zudem stets eine je nach Begriffsebene unterschiedlich ausgeprägte Verknüpfung mit Alltags- und Weltwissen statt (ebd.: 31). So findet beispielsweise auf der algebraisch-symbolischen Ebene „eine ungeheure Reduktion unzähliger, sehr unterschiedlicher tlw. zur Alltagswelt sogar widersprüchlicher Verknüpfungen und Zusammenhänge der Lebenswelt in ein und dieselbe Operation statt“ (ebd.: 30). Die kognitive Leistung im Problemlöseprozess besteht nun vor allem in der Vernetzung der unterschiedlichen Begriffsebenen, welcher eine spezifische Verknüpfung der Bestandteile einer Begriffsebene vorausgeht – ebenso eine kognitive Leistung, die von Kügelgen „Komplettierung“ nennt (ebd.: 34).

Eine Ausdifferenzierung der verbalen Ebene durch eine Alltagssprachliche, eine Bildungssprachliche sowie eine Fachsprachliche Darstellungsebene in Erst- und Zweitsprache (vgl. Abbildung 5) ergänzt dieses Modell und ist insofern interessant, als dass gerade im Wechsel dieser Ebenen eine besondere Herausforderung für DaZ-Schüler_innen liegt (Prediger 2013: 173; Prediger/Wessel 2011: 167).

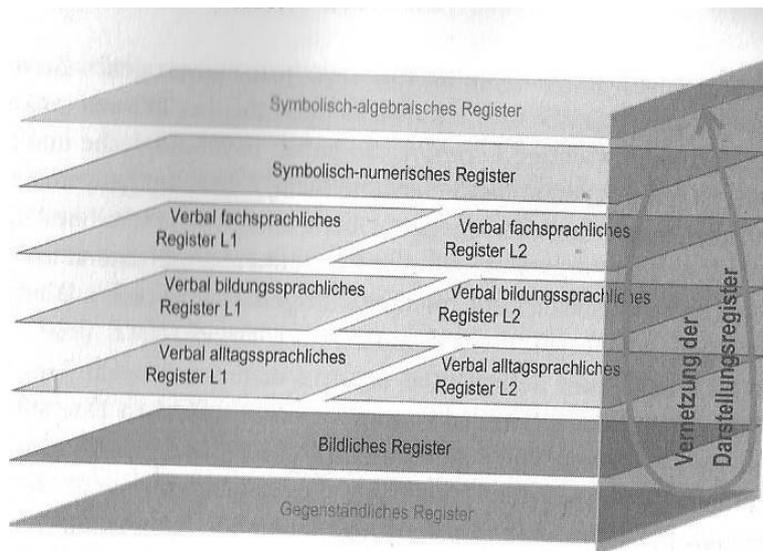


Abbildung 5: Fach- und sprachintegriertes Modell der Darstellungsregister (Prediger/Wessel 2011: 167)

Die Vernetzung dieser Ebenen ist nun einerseits ein Lernziel mit den angesprochenen kognitiven Herausforderungen, welches durch gezielte unterrichtliche Unterstützung erreicht werden kann. Der Wechsel und die Vernetzung der verschiedenen Ebenen kann dabei andererseits selbst eine Tätigkeit im Lernprozess sein und das konzeptuelle Verständnis von Inhalten ermöglichen (Prediger 2013: 172).

Zur Frage, wie der Aufbau des konzeptuellen Verständnisses von Begriffen abläuft, ist zunächst festzuhalten, dass Begriffe, insbesondere abstrakte Begriffe, durch eine mentale Konstruktion von Objekten stattfindet, was Freudenthal als „constitution of mental objects“²¹ (1983: 33) bezeichnet. Dieser Schritt ist notwendig, damit ein Begriffsverständnis aufgebaut werden kann, auch wenn dieses damit noch nicht zwangsläufig folgen muss. Ob eine normgerechte Begriffsbildung durch mentale Objektkonstruktion vorliegt, kann durch zweierlei Aktivitäten diagnostiziert werden: Wird der Begriff (1) in der sprachlichen Verwendung zur Beschreibung oder zur Lösung eines mathematischen Problems adäquat eingesetzt oder kann (2) zwischen verschiedenen Darstellungsebenen eines Begriffes (graphisch, verbal, symbolisch) gewechselt werden, so ist von einer gelungenen Begriffsbildung auszugehen (Freudenthal 1983: 33; Lesh 1979 und Duval 2006 in Prediger 2013: 177; Maier/Schweiger 1999).

Die Tatsache, dass Begriffe in ihrer Abstraktheit nicht losgelöst von anderen Begriffen existieren, sondern sich durch ein relationales Verhältnis zu anderen Begriffen auszeichnen, bringt weitere Herausforderungen auf kognitiver Ebene sowie auf sprachlicher Ebene mit sich (Cassirer in Prediger 2013: 178). Am Beispiel des Begriffes „Anteil“ kann erkannt werden, dass mehrere Begriffe durch die symbolische Repräsentation eines Bruches aufeinander Bezug nehmen, wie am Beispiel $\frac{3}{5}$

²¹ Prediger übersetzt den Ausdruck mit „Begriffsbildung als Konstruktion mentaler Denkjobjekte“ (2013: 176).

verdeutlicht werden soll: Zu unterscheiden sind die 3, der *Bruchstrich* und die 5, der Bruch steht also wiederum durch drei algebraisch-numerische Repräsentationen für das Konzept „Anteil“. Es muss diese Beziehung der Begriffe konstruiert werden, damit sprachliche Äußerungen wie „3 von 5“ oder „der Anteil der 3 an der 5“ überhaupt Bedeutung erhalten können (ebd.: 178). Das Beispiel macht deutlich, dass „mathematische Begriffe sich nicht direkt auf Dinge der Welt beziehen, sondern auf *Beziehungen zwischen Dingen*“ (Steinbring 1998 in ebd.; Hervorh. im Original). Zugleich wird erkennbar, dass „sich die Entwicklung mathematischer Begriffe und der zugehörigen Sprachmittel zu ihrer Erklärung gegenseitig [bedingen]“ (ebd.). Prediger sieht gerade in dieser Erkenntnis, welche im Kontext des Mathematiklernens in einer Zweitsprache durch mögliches Fehlen von sprachlichen Mitteln zusätzliche Hürden im Verstehensprozess und in der kognitiven Weiterentwicklung impliziert, die Verschränkung zwischen konzeptuellem und sprachlichem Lernprozess begründet (ebd.). Der Aufbau mentaler Denkbjekte und der Bedeutungskonstruktion von bestimmten Beziehungen zwischen Dingen kann durch einen Wechsel der Darstellungsform begünstigt werden. Vor allem im Zusammenhang mit dem Zweitspracherwerb kann ein solcher Darstellungswechsel den Lernprozess erleichtern, da alltagssprachliche, visuelle oder haptische Darstellungsformen vorerst der Hürde bildungs- oder fachsprachlicher Elemente entbehren. Lebensweltliche Bezüge erleichtern zudem den Aufbau von konzeptuellem Verständnis, wie Übertragungen des Anteil-Beispiels in lebensweltliche Kontexte verdeutlichen: Drei Treffer bei fünf Schüssen ist ein weniger gutes Ergebnis als drei Treffer bei vier Schüssen; drei Teile Kirschsafft in insgesamt fünf Teilen Kirschbananensaft haben einen weniger starken Kirschgeschmack als dies bei drei von vier Teilen der Fall ist (Prediger/Barzel/Hußmann 2013 in Prediger 2013: 179).

Es wird mit diesem Beispiel sehr deutlich, wie sich sprachliche und konzeptuelle Herausforderungen überlagern und in einem zirkulären Abhängigkeitsverhältnis miteinander stehen und somit das sprachliche Repertoire zur Hürde der kognitiven Weiterentwicklung werden kann (Prediger 2013: 178). Eine sprachlich-verbale Dimension ist also aus dem Wissenskonstruktionsprozess nicht wegzudenken und muss durch explizite verbale Begleitung gezielt unterstützt werden (Rösch/Paetsch 2011: 59).

Mit diesen Einblicken wird die besondere Herausforderung einer Analyse von Schwierigkeiten im Verstehens- und Lösungsprozess deutlich. Die vielschichtige mathematische Begriffswelt mit ihren zahlreichen kognitiven und kommunikativen Herausforderungen sowie die verschiedenen Felder des sprachlichen Handelns im Unterricht bergen ebenso viele Momente, in denen die Bedeutungskonstruktion misslingen kann. Im Folgenden werden sprachliche Spezifika der mathematischen Fachsprache fokussiert und dadurch eine Annäherung an potentielle Herausforderungen unternommen. Die Darstellungen bieten einen morfo-syntaktischen Rahmen für

die Analyse der Daten im zweiten Teil der Arbeit. In Kapitel 4 werden diese mit spezifischen Anforderungen im Modellierungsprozess und im Leseprozess ergänzt.

3.3.2 Semantische und morpho-syntaktische Besonderheiten der mathematischen (Fach-) Sprache

Dieses Kapitel betrachtet spezifische (fach-)sprachliche, disziplinär geprägte Eigenschaften mathematischer Repräsentationen. Im Mathematikunterricht stellt dieser Bereich neben alltags- und bildungssprachlichen Aspekten nur einen Teil der Sprachlichkeit dar, soll aber aufgrund der spezifischen Herausforderungen, die hier verankert sind, genauer in den Blick genommen werden. Es sollen dabei die wichtigsten Aspekte auf Wort-, Satz- und Textebene unter Einbezug der verschiedenen beschriebenen Darstellungsregister umrissen werden, eine detaillierte Beschreibung findet sich bei Maier/Schweiger (1999). Die Grenzen sind dabei fließend.

a) Besonderheiten auf der Wortebene

Dieser Ebene kommt in der Mathematik insofern eine besondere Bedeutung zu, als dass einzelne Begriffe bzw. Fachwörter durch zugrundeliegende Definitionen einen hohen Bedeutungsgehalt haben. Zudem werden Begriffe durch Symbole, Prozesse und Operationen durch Zeichnungen oder Objekte durch Visualisierungen dargestellt – Darstellungsformen, die ebenso dieser Ebene zugeordnet werden können (Meyer/Tiedemann 2017: 23; Dale/Cuevas 1987: 13f).

Fachvokabular

Wie bereits unter 2.1. besprochen, ist die Grenze zwischen Alltags- und Fachsprache eine graduelle (Schweiger 1996: 44). Es kann dennoch versucht werden, mathematische Fachausdrücke durch ihre unterschiedlichen Beziehungen mit der Alltagssprache in verschiedene Kategorien einzuteilen (Maier/Schweiger 1999: 29f; Mayer / Tiedemann 2017: 22; Verboom 2010; Dale/Cuevas 1987: 12):

- I. Wörter, die ausschließlich in der Fachsprache vorkommen (z.B. Achsenspiegelung, Quotient, subtrahieren, Primzahl, etc.)
- II. Wörter, die auch in der Alltagssprache verwendet werden und eine ähnliche oder gleiche Bedeutung haben (z.B. Radius, Dreieck, Gerade). Hier kann weiter in Wörter differenziert werden, die in der Alltagssprache umfassender (z.B. Oberfläche) oder spezifischer (z.B. Länge und Breite) sind als in der mathematischen Verwendung.
- III. Wörter, die in einem mathematischen Kontext eine andere Bedeutung haben als in einer alltagssprachlichen Verwendung (z.B. Produkt, rational, Bruch, Wurzel, monoton)

Alle drei Kategorien mathematikspezifischer Lexik bringen unterschiedliche Schwierigkeiten bei der Aneignung mit sich: Fachbegriffe der ersten Kategorie müssen als Vokabeln mitsamt ihrer Bedeutung neu angeeignet werden. Dahingegen kann bei der zweiten Kategorie auf Wissen aus der Alltagssprache zurückgegriffen werden. Hier fällt Lernenden die Bedeutungskonstruktion sicherlich leichter, sofern das Wort bereits Teil des Wortschatzes ist. Bedeutungsinterferenzen zwischen Alltags- und Fachsprache führen oftmals zu falschen Deutungen von Begriffen der dritten Kategorie und erfordern eine Bewusstmachung der unterschiedlichen Semantiken der Begriffe (Rösch/Paetsch 2011: 61). Schwieriges Fachvokabular kann zudem von Lernenden schnell wieder vergessen werden, da es lediglich in einem spezifischen Kontext auswendig gelernt wird und kein tiefes Verständnis des Begriffes aufgebaut wird (ebd.).

Es wird in diesem Zusammenhang auch von Polysemien gesprochen, d.h. von Wörtern mit mehreren Bedeutungen. Polysemien treten sowohl zwischen Alltags- und Fachsprache (wie in Kategorie III. beschrieben) als auch innerhalb des fachsprachlichen Registers auf (z.B. mehrere Bedeutungen des Begriffes *Fläche* als „Fläche eines Kreises“ oder „den 6 Flächen eines Quaders“, vgl. Maier/Schweiger 1999: 58). Ebenso treten oftmals Synonyme auf, z.B. wenn eine Rechenoperation durch mehrere Vokabeln signalisiert werden kann (abnehmen, reduzieren, subtrahieren, abziehen, verringern, etc.) (Dale/Cuevas 1987: 13).

Bevor der Blick auf einzelne Wortarten gerichtet wird, sollen zunächst Aspekte der Wortbildung betrachtet werden. In der Linguistik werden folgende Wortbildungsprozesse unterschieden, die auch wie hier anhand einiger Beispiele dargestellt bei der Bildung mathematischer Fachbegriffe auftreten (vgl. ebd.: 38f):

- (i) Komposition: z.B. die Zusammensetzung zweier Substantive (z.B. *Flächeninhalt*), eines Substantivs und eines Verbs (z.B. *Wurzel ziehen*), zweier Verben (z.B. *drehstrecken*), eines Substantivs und eines Adjektivs (z.B. *teilerfremd*) oder zweier Adjektive (z.B. *gleichmäßig stetig*). Bei zusammengesetzten Substantiven kommt es zudem zu unterschiedlichen semantischen Rollen, z.B. Instrument / Art und Weise (z.B. *Dezimaldarstellung*); Zweck / Ziel (z.B. *Rechenregeln*) oder Prädikat (z.B. *Quadratzahl*)
- (ii) Modifikation: häufig durch Präfixe oder Suffixe (z.B. *ausklammern*, *Berechnung*, *auflösbar*, *Verschiebung*). Häufig treten Abkürzungen auf (z.B. *sin*, *tan*, *logx* etc.)
- (iii) Derivation: Die Wortableitung, bspw. Verb → Substantiv (z.B. *Addition* von *addieren*), Substantiv → Verb (z.B. *integrieren* aus *Integral*), Substantiv → Adjektiv (z.B. *kongruent* aus *Kongruenz*) oder Verb → Adjektiv (*teilbar* aus *teilen*). Es ist zudem die Entlehnung von Fachwörtern aus anderen Sprachen zu nennen, in der Mathematik ist vor allem das

Griechische und das Lateinische von besonderer Relevanz (zB. *addieren* vom lat. *addere*, hinzufügen; *Symmetrie* vom griech. *symmetria*).

Substantive

In der Mathematik werden im Vergleich zur Alltagssprache oder zu Prosatexten mehr Substantive verwendet, was auf die Eigenschaften Prägnanz und Informationsdichte der mathematischen Sprache zurückgeführt werden kann (ebd.: 63; Rösch/Paetsch 2011: 60). Gerade Substantive sind bedeutungstragende Elemente in der Mathematik, liegen ihnen oftmals komplexe Definitionen zugrunde, wie weiter unten ausgeführt wird. Wie beschrieben handelt es sich häufig um Komposita, aber auch Derivationen sind oft vorzufinden. Ein Versuch der semantischen Einteilung könnte folgende Bereiche umfassen: Die *Bezeichnung von mathematischen Objekten* als größten Bereich (*Parabel, Kreis, Dreieck, Gerade, Vektor, Zähler etc.*), die Beschreibung von *Prozessen, Zusammenhängen oder Ergebnissen von Prozessen* (*Gleichung, Addition, Produkt, Proportion, Anteil, Wachstum etc.*), die Zusammenfassung von Objekten durch *Klassen* (z.B. *Flächen, Kurven Vielecke, Körper etc.*) oder die Bezeichnung mathematischer Teilbereiche (z.B. *Algebra, Geometrie, Stochastik etc.*). In Textaufgaben kommen Substantive unterschiedlichster Arte aus lebensweltlichen Situationen hinzu, die je nach Vertrautheit der Lesenden mit den Kontexten herausfordernd sein können. Oftmals sind diese Wörter für den mathematischen Vorgang an sich irrelevant, führen jedoch häufig zu Verständnisschwierigkeiten im Leseprozess (vgl. Abschnitt 4.4).

Adjektive

Adjektive drücken in der Mathematik die Eigenschaften der verwendeten Objekte oder Beziehungen zwischen Objekten aus (vgl. Maier/Schweiger 1999: 30; 32). Beziehungen drücken sich beispielsweise durch Adjektive wie *kongruent zu, parallel zu, teilbar durch* oder Komparationen wie *größer als* oder *schwerer als* aus. Semantisch können Adjektive in relative und absolute Adjektive eingeteilt werden, wobei das Vorkommen von relativen Adjektiven eher unüblich ist. Ein *kleiner* Kreis (relatives Adjektiv) ist durch die Relativität von klein (im Vergleich zu welchem Objekt?) sehr unpräzise. Vielmehr kommen absolute Adjektive (wie z.B. *rechtwinklig, teilbar, linear*) zum Einsatz. Eine Besonderheit stellen skalenbildende Adjektive dar, die gemeinsam mit reellwertigen Funktionen (meist Messwerte) auftreten, wobei in der Regel lediglich ein Wort der vorliegenden Polarität (*groß-klein, lang-kurz, dick-dünn, hoch-niedrig*) verwendet wird: z.B. Die Pyramide ist 4cm *hoch* (Schweiger 1996: 45f).

Verben

Verben, die in der mathematischen Fachsprache im Vergleich zu anderen Wortarten seltener vorkommen, drücken mathematische Handlungen aus, die neben dem Ausdruck von Arbeitsaufträgen (*berechne, addiere, kürze, bestimme etc.*) auch metasprachlich verwendet werden (z.B. *wir*

konstruieren, wir kürzen, wir dividieren). Des Weiteren treten häufig mathematische Objekte selbst als Subjekt auf (z.B. *Die Gerade schneidet den Kreis*). Semantisch ist neben der Funktion von Verben als Beschreibung von Handlungen außerdem der Vorgang (z.B. *wachsen, fallen*) und der Zustand (Vorgänge und Handlungen, in denen das Subjekt ein mathematisches Objekt ist: *Die Funktion steigt monoton*) abzugrenzen. Hervorzuheben ist zudem die Bedeutung von Modalverben z.B. bei der Beschreibung von Möglichkeiten (*man kann beweisen, dass*), Regeln oder Gesetzen (*man darf nicht durch null dividieren; man muss voraussetzen*), des Vorhabens (*wir wollen zeigen*) oder von Annahmen (*wir können voraussetzen*; vgl. Maier/Schweiger 1999: 32f).

Zahlwörter (oder Numerale)

Hierzu zählen Grundzahlwörter (Kardinalia) und davon abgeleitete Zahlwörter wie *minus dreizehn*, Ordnungszahlwörter (Ordinalia; *der neunte, letzter*), Bruchzahlen (Partitiva; *vier Fünftel*), Verteilungszahlwörter (Distributiva; gebildet durch *je*) und Vervielfältigungszahlwörter (*dreimal, tausendfach, doppelt*). Abgeleitete Zahlwörter werden meist durch Derivation der Grundzahlwörter gebildet (vgl. ebd.: 211ff). Aus semantischer Sicht handelt es sich um Quantoren, die Fragen nach der Anzahl (*Wie viel/e? Wie oft? Das wievielte?*) geben. Unbestimmte Zahlwörter gehören zwar auch zu dieser Kategorie, geben aber nur ungefähre Auskunft auf die Frage „*wie viele?*“, definieren eine Menge also nicht genau (z.B. *manche, einige, viele etc.*).

Man unterscheidet zwischen opaker und analytischer Bildung, wobei erstere die Bildung durch ein einzelnes Morphem (zwei, drei, acht, elf, zwölf) und letztere die Zusammensetzung bzw. Ableitung (*sechzehn, dritte, etc.*) meint. Im Deutschen kann die additive Bildung von Grundzahlwörtern:

- Juxtaposition (Nebeneinanderstellung von zwei Zahlwörtern: $100 + 5 = \text{hundertfünf}$;
- Juxtaposition mit Inversion: $10 + 6 = \text{sechzehn}$;
- Morphologische Markierung (meist *und*): $1000 + 1 = \text{tausendundeins}$
- Morphologische Markierung bei Inversion: $3 + 20 = \text{dreiundzwanzig}$;

von einer multiplikativen Bildung:

- Juxtaposition: $3 \times 100 = \text{dreihundert}$; $6 \times 10 = \text{sechzig}$ (dabei wäre *zig* Allomorph zu *zehn*)

unterschieden werden. Die Bildung der Grundzahlwörter ist insofern interessant, als dass hier Fehler beim Transfer aus anderen (Erst-)Sprachen als dem Deutschen entstehen können, da jede Sprache spezifische Aufbauprinzipien mit gleichen oder zusätzlichen Bildungen hat.

Syntaktisch werden Zahlwörter wie Adjektive behandelt, wobei auch auf eine mögliche Substantivierung hingewiesen sei (z.B. *der Erste, die Zwei*).

Präpositionen

Präpositionen spielen bei der Versprachlichung von Beziehungen zwischen mathematischen Objekten, dem Hinweis auf Operationen bzw. der Beschreibung von Vorgängen sowie der Verbalisierung räumlicher Verortungen eine entscheidende Rolle. Syntaktisch gesehen haben Präpositionen eine verbindende Rolle zwischen Substantiven, Adjektiven und Verben und treten als Angaben oder Ergänzungen auf. Sie können gebunden (z.B. *sich spiegeln an; parallel zu; teilbar durch*) oder ungebunden (z.B. *Die Geraden schneiden sich im Punkt x/y*) vorkommen. Semantisch betrachtet spezifizieren Präpositionen (häufig abhängig vom begleitenden Verb oder Adjektiv, vgl. Helbig 1999: 92).

- i. Die Örtlichkeit eines Objektes: *Von einem Punkt S gehen die Geraden g und f aus; Der Punkt S liegt auf der Geraden g*
- ii. Den Zusammenhang zwischen mathematischen Repräsentationen: *Winkel kennzeichnen wir durch kleine griechische Buchstaben; Die Gerade b ist parallel zur Geraden h ; neun ist durch drei teilbar*
- iii. Der Hinweis auf eine mathematische Operation bzw. zur Beschreibung mathematischer Vorgänge: *Der ursprüngliche Preis liegt 300€ über dem ermäßigten Preis; Die Kurve strebt gegen Null;*

Konjunktionen

Die Funktion von satzverbindenden Wörtern kann hinsichtlich ihrer Bedeutung für mathematische Texte wie folgt beschrieben werden:

„Logical connectors are words or phrases which carry out the function of marking a logical relationship between two or more basic linguistic structures. Primarily, logical connectors serve a semantic, cohesive function indicating the nature of the relationship between parts of a text“ (Kessler/Quinn/Hayes 1985 in Dale/Cuevas 1987:16).

Es handelt sich bei solchen verbindenden und beziehungsherstellenden Wörtern meist um Konjunktionen. Das Verständnis der Bedeutung der Konjunktionen und damit der Beziehung, in welcher die Dinge zueinander stehen, kann für ein korrektes Verständnis des mathematischen Sachverhalts oder für die Ableitung durchzuführender Operationen zentral sein (Dale/Cuevas 1987: 17). Wird zum Beispiel ein chronologischer Ablauf in einer Textaufgabe beschrieben, so ist das Verständnis von temporalen Konjunktionen zentral für die Ableitung eines mathematischen Modells, wie an der Konjunktion *nach* in folgendem Beispiel deutlich wird:

„Klaus macht eine Wanderung. Er ging um 8 Uhr früh vom Parkplatz weg **und nach** 2 ½ h gönnte er sich eine Rast. **Nach** ¼ h ging er weiter **und nach** weiteren 2 ¾ Stunden erreichte er den Gipfel. Um wie viel Uhr war er auf dem Gipfel?“ (Achleitner/Ratzberger-Klampfer/Weikinger 2011: 103, Herv. d. Verf.)

Ebenso verhält es sich bei anderen Beziehungen, die durch Konjunktionen Ausdruck finden. Sie können semantisch betrachtet folgendermaßen eingeteilt werden (Helbig 1999: 94f):

- Kopulative Konjunktionen: *sowohl ... als auch; und; weder...noch; sowie*
- Disjunktive Konjunktionen: *oder*
- Adversative Konjunktionen: *doch, jedoch, aber*
- Temporale Konjunktionen: *bevor, ehe, als, während*
- Kausale Konjunktionen: *weil, da, denn, damit*
- Modale Konjunktionen: *als, indem, ohne dass, wie*

Symbole

Symbolische Darstellungen sind zentraler Bestandteil des mathematischen Repräsentationssystems. Die symbolisch-algebraische Darstellungsebene der Mathematik zeichnet sich durch ein System aus (oftmals international verwendeten) Zeichen aus und hat die Funktion einer Verkürzung, Präzision, Verallgemeinerung und mitunter auch kognitiven Entlastung bei der Darstellung von Objekten, Eigenschaften, Handlungen oder Beziehungen (vgl. Maier/Schweiger 1999: 39ff; Meyer/Tiedemann 2017: 23f). Die zeichnerische Repräsentation von geometrischen Flächen (Dreieck, Quadrat), Figuren (Pyramide, Würfel) oder geometrischen Operationen (Achsen Spiegelung) kann ebenso der symbolischen Darstellung zugeordnet werden. Ihr kommt vor allem die Funktion der Veranschaulichung von Objekten zu (Meyer/Tiedemann 2017: 23). Die visuelle Darstellungsebene erfordert jedoch ebenso eine spezifische Lesekompetenz, sowie besondere Redemittel für die Beschreibung und Interpretation von Veranschaulichungen (Rösch/Paetsch 2011: 60).

Den symbolischen Darstellungen von mathematischen Operationen und Beschreibungen liegen eine Vielzahl von Definitionen und Regeln zugrunde, die aufeinander aufbauen und ein komplexes, eigens zu erlernendes Sprachsystem bilden (vgl. *Satzebene* in diesem Abschnitt). Das Spektrum verwendeter Symbole, welche meist aus dem Bereich der Algebra bzw. bei Zeichnungen aus dem Bereich der Geometrie stammen, geht von Repräsentationen von Zahlenwerten (3 , π , ∞) über Symbole für Operationen ($+$, $-$, \times , \div) und Relationen ($>$, $=$, \geq , \leq , \neq) bis hin zu Symbolen für Zahlenmengen (N , Z , Q , R). Symbole werden mit Fachwörtern verbalisiert, wobei zwischen Konstanten mit einer fest zugeordneten Referenz und Variablen mit unterschiedlichen Referenzen unterschieden wird (Maier/Schweiger 1999: 39f). Bei der „Übersetzung“ von mathematischen Symbolen bzw. Operationen, die durch Symbole dargestellt werden in einen verbalen Ausdruck, kann es zudem zu

Veränderungen der Reihenfolge kommen: „One of the principal characteristics of the syntax used in a mathematical expression is the lack of one-to-one correspondance between mathematical symbols and the words the represent“ (Dale/Cuevas 1987: 15). So wird *Das Quadrat des Quotienten* symbolisch mit $(a/b)^2$ dargestellt, in der symbolischen Repräsentation steht also das Dividieren vor dem Quadrieren. Hier befinden wir uns bereits am Übergang zur Satzebene, welche im Folgenden vorgestellt wird.

b) Satz- und Textebene

Mit der Formulierung von Sätzen beginnt die Möglichkeit, über die bloße Bezeichnung von Objekten hinauszugehen und Zusammenhänge, Prozesse und deren Ergebnisse zu beschreiben, zu interpretieren und weiterzuentwickeln. In der mathematischen Fachsprache werden die verschiedenen sprachlichen Zeichen und Begriffe, wie sie oben dargestellt wurden, verbunden, um Begriffe zu definieren, mathematische Sätze und Gesetze aufzustellen sowie diese zu beweisen. Diese Textformen sind für die Mathematik essentiell, „man könnte sagen, dass Wörter erst durch ihre definitorische Festlegung auf der Satzebene zu mathematischen Begriffen und damit zu möglichen Hilfsmitteln des mathematischen Arbeitens werden“ (Meyer/Tiedemann 2017: 24). Linguistisch betrachtet, können besondere Merkmale der Formulierung dieser mathematikspezifischen Formulierungen ausgemacht werden. Als widerspruchsfreie logische Aussagen zeichnen sie sich in erster Linie durch Exaktheit, Vollständigkeit, geringe Redundanz und eine hohe Informationsdichte sowie Abstraktheit und Komplexität aus (vgl. v. Kügelgen 1994: 32; Maier/Schweiger 1999: 61). Die (linguistische) Analyse dieser fachspezifischen Formulierungen und deren besondere Schwierigkeiten können an dieser Stelle aus Platzgründen sowie aufgrund einer mangelnden Relevanz für das Vorhaben der Arbeit nicht im Detail ausgeführt werden. Folgende Auflistung hebt einige sprachliche Besonderheiten auf Satz- und Textebene mathematikspezifischer Textsorten hervor, welche über die in der Alltagssprache verwendete Grammatik hinausgehen (Meyer/Tiedemann 2017: 25):

- Die Verwendung von Nominalphrasen mit Genitivattribut: *die Seitenlängen eines rechtwinkligen Dreiecks; die Längen der Katheten* (vgl. Ohm/Kuhn 2007: 167)
- Die Verwendung von Präpositionalphrasen: *Unter einem Viereck; durch eine dritte Gerade; auf der gleichen Seite, in gegensätzliche Richtungen*
- Die Bedeutung von Konjunktionen (wenn, und, oder, indem etc.) (vgl. Schweiger 1996; Maier/Schweiger 1999: 34ff; Rösch/Paetsch 2011: 60)
- Unpersönliche Wendungen durch die Verwendung des Pronomens *es* und Passivkonstruktionen (Maier/Schweiger 1999: 48, 52, Munro 1979 in Dale/Cuevas 1987: 15; Brown 2005)

- Subordinative Verbindungen / Adverbialsätze: Konditionalsätze (oft unter Auslassung der Konjunktionen, *wenn & dann*) und Relativsätze sind charakteristisch für Definitionen und Sätze
- Anaphorik: Bezug auf ein vorher genanntes Wort, bspw. durch Pronomen
- Komparation: Mathematik drückt die Beziehungen zwischen Größen / Objekten aus und macht daher häufig Gebrauch von Komparativen (z.B. *Alle Zahlen, die größer als vier sind, ...*) (Brown 2005; Knight/Hargis 1977 in Dale/Cuevas 1987: 14)

Die aus diesen und weiteren Charakteristika entstehende Informationsdichte, Prägnanz und Komplexität und dadurch evozierte Verständnisprobleme machen detailgenaues und wiederholendes Lesen notwendig (Brown 2005: 341, Rösch/Paetsch 2011: 60).

Diese Einblicke in die Morphosyntax unter Einbeziehen semantischer Aspekte der mathematischen Fachsprache können durch stilistische und rhetorische Mittel der mathematischen Fachsprache ergänzt werden. Nach Niederhauser (2009) können für Naturwissenschaften im allgemeinen Merkmale wie Sachlichkeit, Neutralität und Standardisierung sowie Eindeutigkeit, Durchsichtigkeit und Unpersönlichkeit ausgemacht werden, welche zu einer antirhetorischen Haltung der naturwissenschaftlichen Sprache beitragen. Solche stilistischen Besonderheiten können aufgrund ihrer Distanz zur Alltagswelt und den alltagssprachlichen Erfahrungen von Lernenden befremdlich und unzugänglich erscheinen – was im Kontext von Zweitspracherwerb verstärkt der Fall sein kann.

Anknüpfend an diese Ausführungen fachsprachlicher Aspekte soll unter 4.4. eine genauere Betrachtung der Textsorte „mathematische Textaufgaben“ mit ihren besonderen Herausforderungen stattfinden, welche mit einer lesepsychologischen Perspektive verknüpft wird. Da sich das Forschungsinteresse auf den Bereich der Textaufgaben richtet, werden im folgenden Kapitel diese Textsorte und deren spezifische Funktionen und Anforderungen sowie dabei zur Geltung kommende Leseprozesse ausgeführt werden.

4 Die Bearbeitung von mathematischen Textaufgaben

Im Zentrum des analytischen Teils dieser Arbeit steht die Bearbeitung von Textaufgaben, welche eine für den Mathematikunterricht typische Aufgabenart sowie eine in Prüfungssituationen gängige Form der Überprüfung darstellt. Nach der bisher stattgefundenen Ausarbeitung der Wichtigkeit und unterschiedlichen Erscheinung sprachlicher Aspekte im Mathematikunterricht sowie einer Untersuchung der fachsprachlichen Besonderheiten, soll nun der Fokus auf Textaufgaben und deren spezifische Anforderungen an Lernende gerichtet werden. Dabei werden Verschränkungen aller vorgestellten sprachlichen Register (Alltagssprache, Bildungssprache, Fachsprache) deutlich, wobei je nach Formulierung der Aufgabe eine größere Gewichtung fach- oder alltagssprachlicher Aspekte in den im bildungssprachlichen Register zu verortenden Textaufgaben vorzufinden ist. Vorab soll der Begriff

der *Textaufgabe* in Abgrenzung zu eingekleideten Aufgaben und Sachaufgaben definiert sowie deren Funktionen aus Sicht der Mathematikdidaktik vorgestellt werden (4.1). Für die Analyse der Daten im zweiten Teil der Arbeit wird zudem der unter 4.2 vorgestellte Modellierungskreislauf relevant, der zu einer Beschreibung möglicher Schwierigkeiten im Bearbeitungsprozess (4.3) überleitet. Mit einem Fokus auf DaZ-Lernende werden zuletzt Leseprozesse und in mathematischen Textaufgaben auftretende Besonderheiten dargestellt (4.4).

4.1 Textaufgaben: Begriffsklärung, Aufgabentypen und Funktionen

Unter Textaufgaben werden in dieser Arbeit mathematische Aufgaben verstanden, die mithilfe von textuellen (und ergänzend auch visuellen) Mitteln mathematische Rechenoperationen in einen Kontext einbetten. Im mathematikdidaktischen Diskurs liegen unterschiedliche Definitionen und Abgrenzungen zu anderen Begrifflichkeiten - wie Sachaufgaben, Anwendungsaufgaben, eingekleidete Aufgaben, Rechengeschichten etc. - vor (vgl. Schneeberger 2009: 38f; Wilhelm 2016: 7f). Eine gängige Unterteilung bezieht sich auf die Authentizität der Aufgabe und unterscheidet zwischen *eingekleideten Aufgaben*, *Textaufgaben* und *Sachproblemen* bzw. *Sachaufgaben*, wobei die letzteren beiden oftmals in synonyme Verwendung auftreten (Schneeberger 2009: 38f, Krauthausen/Scherer 2007: 83ff). Die übergeordnete Kategorie ist dabei das *Sachrechnen*, mit welchem „im weiteren Sinne [...] die Auseinandersetzung mit der Umwelt sowie die Beschäftigung mit wirklichkeitsbezogenen Aufgaben im Mathematikunterricht [bezeichnet]“ wird (Greefrath 2010: 12). Während bei eingekleideten Aufgaben der Kontext im Hintergrund steht und „das Anwenden von Rechenverfahren, das Festigen mathematischer Begriffe und das Erfassen von Zahlenbeziehungen“ (Franke 2003 in Schneeberger 2009: 39) im Zentrum steht, liegt bei Textaufgaben ein größerer Realitätsbezug vor, welcher jedoch in der Regel künstlich reduziert, systematisch verfremdet und austauschbar ist. So enthalten Textaufgaben meist eine einzige richtige Lösung, passende Zahlen und nicht mehr Informationen als für die mathematische Operation notwendig sind (ebd.; Krauthausen/Scherer 2007: 85). Neben reinen Textaufgaben gibt es zudem Bild-Text-Aufgaben, bei denen zusätzlich zum Text in einem Bild wesentliche Informationen enthalten sind (ebd.). Während Textaufgaben einen deduktiv-vermittelnden Hintergrund haben, das heißt mathematische Prinzipien und Operationen mithilfe von Kontexten verdeutlicht werden sollen, liegt bei Sachaufgaben ein eher induktiv-entdeckender Zugang vor, bei welchem ausgehend von einem real existierenden Sachproblem Rechenoperationen erschlossen werden. Die Mathematik ist hier Mittel zum Zweck und die Sachsituation steht im Zentrum (Schneeberger 2009: 42f; Krauthausen/Scherer 2007: 89). Der Grad an Authentizität, Realitätsgehalt und Alltagsnähe ist somit bei Sachaufgaben am höchsten, Schneeberger spricht jedoch von einem fließenden Übergang zwischen den drei unterschiedenen Aufgabenformen (ebd.: 41).

Textaufgaben haben generell die Funktion, „den verständigen Umgang mit Sachinformationen und die Übersetzung von sprachlichen Texten in mathematische Formulierungen [zu] üben. Sie sollen zeigen, dass Mathematik ein Mittel zur Lösung von Sachproblemen ist“ (Baireuther 2003 in Schneeberger 2009: 39). Die Funktionen von Textaufgaben lassen sich darüber hinaus mit Verschaffel, Greer und De Corte folgendermaßen beschreiben (2000 in ebd.: 41):

- Anwendung/Transfer von Wissen (application function)
- Motivation durch Übertragbarkeit auf die reale, außerschulische Welt (motivation function)
- Anregung und Aufforderung zum Nachdenken (thought-provoking function)
- Kontextualisierung beim Aufbau neuer Begriffe und Fertigkeiten (concept formation function)

Neben diesen Funktionen kann das Sachrechnen mit verschiedenen didaktischen Funktionen zum Einsatz kommen: Erstens als *Lernstoff*, wenn über das Sachrechnen neues Wissen aufgebaut wird; zweitens als *Lernprinzip* im Sinne der Veranschaulichung von mathematischen Vorgängen und der Einbettung in lebensweltliche Kontexte und drittens als *Lernziel*, wenn es darum geht, „Sachsituationen durch mathematisches Modellieren [zu] verstehen“ und dabei Problemlösefähigkeiten auszubauen (Rösch 2011: 63; vgl. auch Franke Ruwisch 2010: 24ff).

4.2 Zum Prozess der Aufgabenbearbeitung: Der Modellierungskreislauf

Die Bearbeitung mathematischer Textaufgaben ist ein komplexer Vorgang, welcher unterschiedliche Schritte erfordert und vielfältige Herausforderungen mit sich bringt. Um im Umgang mit den erhobenen Daten im zweiten Teil der Arbeit eine Einordnung der aufgetretenen Phänomene bei der Textaufgabenbearbeitung vornehmen zu können, sollen hier die unterschiedlichen Schritte genauer betrachtet werden.

„Modellieren kann grob definiert werden als Übersetzungsprozesse zwischen Realität und Mathematik“ (Wilhelm 2016: 66).

Unter Modellbildung versteht man im mathematikdidaktischen Diskurs die Übertragung einer realen Fragestellung in ein mathematisches Modell, wobei es sich dabei meist um eine Gleichung und somit um eine arithmetische Operation handelt. Der Modellierungsprozess kann mit dem Modellierungskreislauf (Abbildung 6) veranschaulicht werden - ein theoretisch wie empirisch begründetes Schema zur Beschreibung der verschiedenen Bearbeitungsschritte beim Lösen mathematischer Textaufgaben (vgl. Schukajlow 2011; Borromeo Ferri 2011). Das Modell geht zurück auf die Arbeiten von Reusser (vgl. z.B. 1997), welcher ältere Modelle vor allem um die Wichtigkeit der Bildung eines Situationsmodells ergänzt hat.

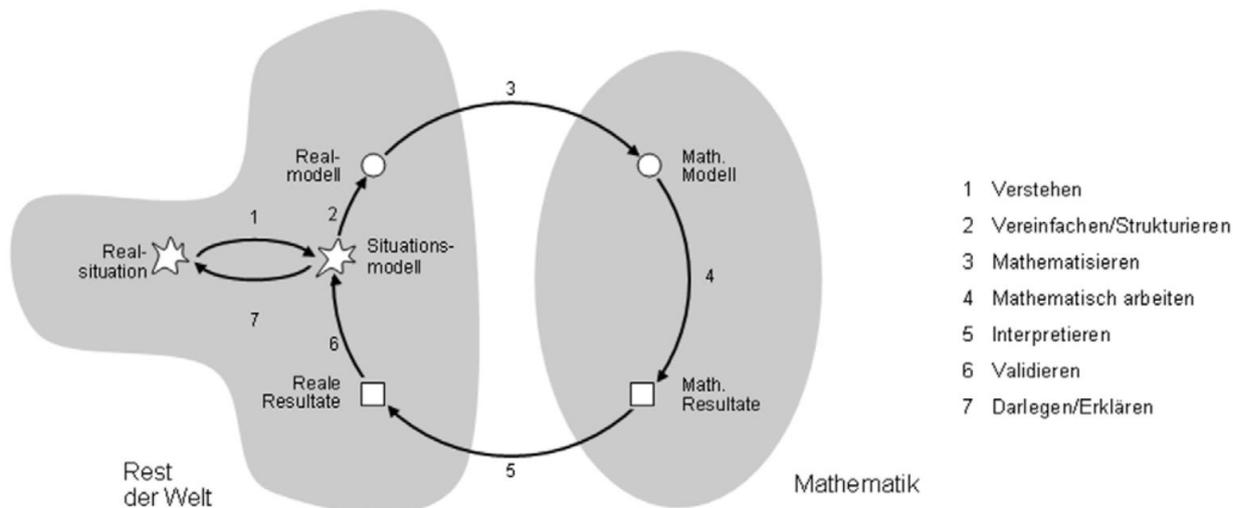


Abbildung 6: Modellierungskreislauf nach Blum und Leiss (2007 in Schukajlow 2011: 77)

Der Modellierungskreislauf stellt die verschiedenen Handlungen und Phasen des mathematischen Modellierens dar (vgl. dazu Schukajlow 2011: 77ff; Wilhelm 2016: 66ff; Borromeo Ferri 2011: 19ff; Schneeberger 2009: 71f). Zu Beginn des Modellierungsprozesses steht ein Problemtext, welcher eine realitätsbezogene Situation („Realsituation“) beschreibt und zunächst gelesen und verstanden werden muss. Welche Hürden beim Leseprozess mathematischer Textaufgaben auftreten können, wird unter 4.4 genauer betrachtet. Im Rahmen des Leseverstehens kommt es durch Text, Bild und Vorwissen zur Bildung eines *Situationsmodells*, welches als mentale Repräsentation des Beschriebenen verstanden werden kann. Die mentale Repräsentation stellt im Lösungsprozess ein sehr wichtiges Moment dar, da sie die Grundlage für weitere kognitive Schritte bildet (van Dijk / Kintsch 1983: 341). Zusätzlich zum reinen Textverständnis wird beim Bilden des Situationsmodells die Handlungsstruktur der Aufgabe rekonstruiert, womit unter anderem die „Identifikation des Protagonisten[,] die zeitliche und funktionale Bestimmung des Handlungsablaufs, das heißt des Anfangs- und Endzustandes der Handlung, der Richtung und Qualität des Transfers von Objekten (Verminderung, Vermehrung) sowie – durch die Analyse der Problemfrage – die Identifikation einer mathematisch bedeutsamen Lücke“ (Reusser 1997: 152) gemeint ist. Es setzt hier bereits eine Reduktion und Strukturierung des Wissens ein, welche beim nächsten Schritt, der Bildung des *Realmodells*, fortgesetzt wird. Es handelt sich hierbei um eine Reduktion auf die für die Operation relevanten Aspekte des Textes, die vor der Übersetzung in eine mathematische Operation vorgenommen wird. Je nach Komplexität des Aufgabentextes kann auf eine Unterscheidung zwischen Situations- und Realmodell verzichtet werden (Schukajlow 2011: 79). Es folgt die Übersetzung in ein *mathematisches Modell*, was auch mit dem Begriff des *Mathematisierens* beschrieben wird. Hierbei werden die im Realmodell reduzierten Relationen zwischen Objekten und die identifizierte mathematische Lücke mit einer mathematischen Operation dargestellt. Die Übersetzung in ein mathematisches Modell ist insofern eine kognitive

Herausforderung, als dass eine lebensweltliche Handlung oder Relation, wie sie noch im Realmodell repräsentiert wird, durch abstrakt logisch-mathematisches Denken in die Sprache der Mathematik übertragen werden muss. Es wird also gewissermaßen eine Handlung bzw. eine Relation in eine mathematische Operation abstrahiert. Im nächsten Schritt erfolgt das mathematische Arbeiten, welches je nach Beschaffenheit der Aufgabe mehrere Teilschritte erfordern kann und unterschiedlich komplexe Operationen beinhaltet. Nach dem Berechnen des Ergebnisses und dem hervorgehenden *mathematischen Resultat* gilt es, dieses Resultat zu *interpretieren* und zu *validieren*. Bei der Interpretation wird zunächst das Ergebnis zurück in das Realmodell übertragen, was zum *realen Resultat* führt. Die vorher identifizierte Lücke im Realmodell ist somit geschlossen. Die *Validierung* erfolgt durch die Einbettung des Ergebnisses in das Situationsmodell, welches mitsamt der Lücke nochmals rekonstruiert werden muss. Es wird dabei überprüft, inwiefern das Ergebnis im ursprünglichen Kontext Sinn ergibt. „Dies ist der Fall, wenn die gestellte Frage sich mit dem realen Resultat befriedigend beantworten lässt. Validieren ist die Kontrolle und die Wertung des Ergebnisses“ (ebd.: 81). Spätestens hier kann der Modellierungskreislauf nochmals neu durchlaufen werden bzw. an einem bestimmten Schritt angesetzt werden, sollte das Ergebnis nicht zufriedenstellend in das Situationsmodell eingebettet werden können. So ist beispielsweise eine Kontrolle oder Nachjustierung der mathematischen Operation möglich. Ist das Ergebnis zufriedenstellend, wird letztlich durch eine *Verbalisierung* in Form eines mündlichen oder schriftlichen Texts das Ergebnis *dargelegt* bzw. *erklärt*, wobei die Formulierung eines Antwortsatzes typisch ist.

Schukajlow erweitert das Modell von Blum und Leiss durch metakognitive Aktivitäten, die im Bearbeitungsprozess zum Einsatz kommen (2007: 83ff). Diese umfassen die Planung, Kontrolle und Regulation, welche vor allem vor dem Erstellen des mathematischen Modells sowie bei der innermathematischen Überprüfung und der Kontrolle des Ergebnisses im Rahmen des Validierens zur Geltung kommen. Schukajlow hebt zudem hervor, dass sich der Ablauf beim Lösungsprozess nicht unbedingt linear, sondern durchaus flexibel und sprunghaft gestalten kann (ebd.: 83). Neuere Forschungen legen zudem nahe, „dass beim realen Problemlösen nicht in einer schematisch-sequentiellen Weise vorgegangen wird, sondern, dass verschiedene Stationen gleichzeitig antizipiert werden können“ (ebd.: 86).

Im nächsten Abschnitt werden zunächst verschiedene Theorien zur Erklärung von Schwierigkeiten in der Bearbeitung mathematischer Textaufgaben vorgestellt, woraufhin anknüpfend an den dargestellten Modellierungskreislauf die Herausforderungen der verschiedenen Schritte in der Bearbeitung von Textaufgaben ausgeführt werden.

4.3 Herausforderungen beim Bearbeiten von Textaufgaben

„Welche Prozesse im Kopf eines Schülers oder eine Schülerin beim Bearbeiten einer mathematischen Sachaufgabe ablaufen und woran es liegt, wenn dabei Fehler entstehen[, ist] keineswegs trivial“ (Franke/Ruwisch 2010: 79f). Neben dieser Feststellung ist es, wie Reusser ausführt, auf Basis vorliegender Forschungsergebnisse, die seit den 60er Jahren hinsichtlich der Lösung mathematischer Textaufgaben vorliegen, wenig sinnvoll, „nach dem oder den hauptverantwortlichen logisch-mathematischen, lexikalischen, syntaktischen, semantischen oder kontextuellen Schwierigkeitsfaktor(en) zu suchen“ (1997: 142f). Doch kann trotz der Heterogenität der Ergebnisse eine rein logisch-mathematische Erklärung für Schwierigkeiten im Lösungsprozess ausgeschlossen werden und die Wichtigkeit des „sprachlich vermittelten Situations- und Problemverständnis[ses]“ abgeleitet werden (ebd.: 143). Aus kognitionspsychologischer Perspektive wurden verschiedene Erklärungshypothesen für Schwierigkeiten mit mathematischen Textaufgaben entwickelt. Zu unterscheiden sind der *logisch-mathematische Ansatz (1)*, der *sprachverstehens- und weltwissensorientierte Ansatz* (linguistisch-semantische Sicht) (2) und die *linguistisch-handlungstheoretisch-situationale Erklärungshypothese (3)* (vgl. zu folgendem Abschnitt Schneeberger 2009: 93ff; Wilhelm 2016: 69ff; Reusser 1997: 149ff).

(1) Die logisch-mathematische Erklärungshypothese²²

Bei dieser Hypothese werden Leistungsunterschiede und die Schwierigkeit einer Aufgabe in erster Linie mit dem mathematischen Wissen bzw. dem mathematischen Anspruch erklärt. Zugrunde liegt die Annahme, dass Textaufgaben auf Problemmodelle hindeuten, die bereits abgespeichert sind und nur noch aktiviert werden müssen, um eine Aufgabe lösen zu können. Ist das entsprechende Problemmodell nicht bekannt, so fehlt das für die Aufgabe notwendige mathematische Wissen und das Lösen der Aufgabe ist nicht möglich. Somit determiniert überwiegend die mathematische Komplexität der Aufgabe deren Schwierigkeit. Das Textverständnis und die sprachliche Verarbeitung des Aufgabentextes spielt bei diesem Ansatz eine geringe Rolle.

(2) Die sprachverstehens- und weltwissensorientierte Erklärungshypothese²³

Dieser Ansatz bezieht entgegen der logisch-mathematischen Erklärung das Sprach- und Situationsverständnis als Faktor für das erfolgreiche Lösen und die Schwierigkeit von Textaufgaben mit ein, bezieht aber gleichzeitig auch den Einfluss des mathematischen Wissens mit ein. Der Modellierungsprozess besteht somit aus einer Verständnis- und einer Lösungsphase. In der

²² Vertreter_innen dieses Ansatzes sind Riley/Greeno/Heller (1983 in Schneeberger 2009: 93) und Riley/Greeno (1988) sowie Briars/Larkin (1984 in Schneeberger 2009: 93)

²³ Dieser Ansatz wurde u.a. von Cummins (1991), Kintsch (1988), Kintsch/Greeno (1985) und Reusser (1985, 1990 in Schneeberger 2009: 94) ausgeführt.

Verständnisphase werden Textkompetenzen und Leseverstehensprozesse (vgl. Abschnitt 4.4) relevant, die direkt zur Erstellung eines mathematischen Problemmodells führen. So wird bei diesem Ansatz postuliert, dass das mathematische Problemmodell durch reines Textverständnis hervorgerufen werden bzw. auch erst durch dieses aufgebaut werden kann (Kintsch/Greeno 1985). Dieser Ansatz kann zwar als Weiterentwicklung der logisch-mathematischen Erklärungshypothese verstanden werden, jedoch wird vor allem der direkte Sprung vom Textverständnis zum mathematischen Modell unter Rückgriff auf Schlüsselwörter als unzureichend bemängelt:

„The model shows no attempt to explicitly understand the action or situation described by a word problem: The dual representation model jumps directly, in a one-step mathematization process, from the propositional textbase to a set theoretic representation of the problem by applying powerful, cue-word driven arithmetic comprehension strategies.“ (Staub/Reusser 1995: 288)

Dabei werden beschriebene Handlungen und Ereignisse sowie Strategien im Prozess der Erstellung von mentalen Repräsentationen wie der Inferenzbildung durch Vor- und Weltwissen oder dem Ziehen von sprachlichen Schlüssen vernachlässigt (Reusser 1992 in Wilhelm 2016: 70).

(3) Die linguistisch-handlungstheoretisch-situationale Erklärungshypothese²⁴

Die Kritik am linguistisch-semiotischen Ansatz führte zur Formulierung der linguistisch-handlungstheoretischen Erklärungshypothese von Reusser, welcher einen größeren Fokus auf die Bedeutungen der im Text präsentierten Situation für die Konstruktion von Situations- und Problemmodell legt (zum Situationsmodell vgl. Abschnitt 4.2): „Im Unterschied zum Modell von Kintsch/Greeno (1985) wird die Textbasis nicht direkt in ein abstraktes Problemmodell überführt, sondern es wird eine zwischen Text und mathematischer Struktur vermittelnde Verständnisebene angenommen: die kognitive Vergegenwärtigung der Aufgabensituation als episodische oder sachliche Struktur“ (Reusser 1997: 150f). Im „Situation Problem Solver“ (Abbildung 7) werden die Verstehensebenen der Mathematisierung von Textaufgaben dargestellt. Reusser betont, dass „das sprachlich vermittelte Verständnis der in den Aufgabentexten beschriebenen Handlungssituationen im Zentrum der Aufmerksamkeit [steht]“ (ebd.: 150). Im zweiten Teil des Modells rückt der Fokus auf das mathematische Handeln, welches im Sinne von Piaget (1947, 1950 in ebd.) und Aebli (1980 in ebd.) als verinnerlichtes, abstraktes Handeln verstanden wird. Reussers Modell bildet die Grundlage für den bereits vorgestellten Modellierungskreislauf von Blum/Leiss (Abbildung 6).

²⁴ Dieser Ansatz wurde von Reusser ausgehend von der Sprachverstehenshypothese entwickelt (1997)

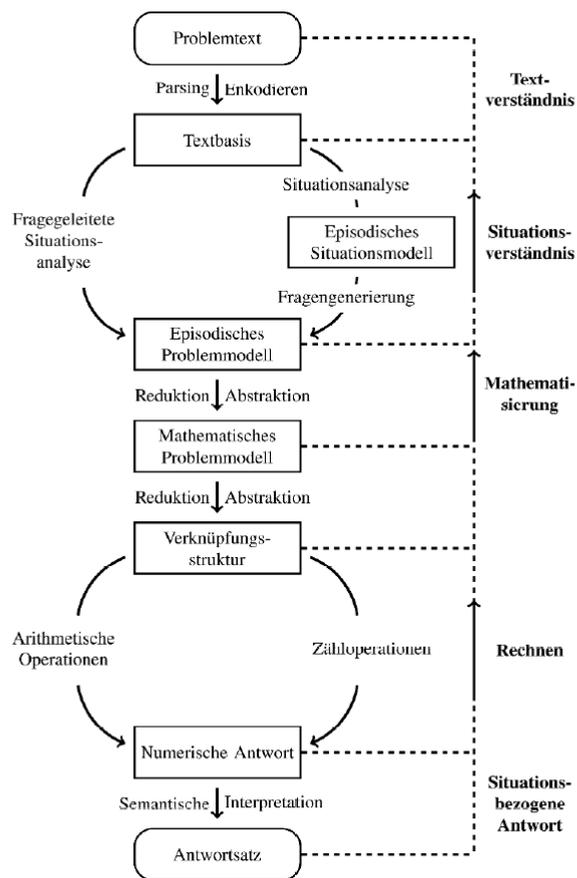


Abbildung 7: Situation Problem Solver Modell (Reusser 1997: 151)

Die Entwicklung der Erklärungshypothesen für Lösungsprozesse und Schwierigkeiten bei der Bearbeitung von Textaufgaben sowie der daraus hervorgehende Modellierungskreislauf verdeutlichen die Verwobenheit und Komplexität verschiedener Ebenen und die im Prozess zum Einsatz kommenden metakognitiven Strategien. Es werden so zum Lösen von Textaufgaben verschiedene Fähigkeiten notwendig, wozu nach Lorenz folgende Aspekte zählen (1994 in Wilhelm 2016: 76f): Neben dem sinnerfassenden und verstehenden Lesen werden ein gut entwickeltes Zahlenverständnis, die Fähigkeit, Beziehungen zwischen Zahlen zu erkennen und herzustellen, die Beherrschung von Rechenverfahren, ein sicheres Bewegen in verschiedenen Größenbereichen sowie die Anwendung von Weltwissen und ein Vorstellungsvermögen für imaginäre Welten bedeutsam. Neben diesen im sprachlichen oder mathematischen Bereich verorteten Anforderungen muss mit Reussers Ausführungen zur Konstruktion eines Situationsmodells die *Situations- und Sachverstehensebene* als weitere Dimension hinzugefügt werden, wodurch die folgenden drei Ebenen mit den jeweiligen schwierigkeitskennzeichnenden Komponenten unterschieden werden können (1997: 153; Franke/Ruwisch 2010: 80):

- (1) *Die lexikalisch-syntaktische Ebene:* sprachliche Gestaltung und Komplexität des Textes, direkte oder indirekte Angaben; lösungskonforme oder -deforme Reihenfolge der Daten; enthaltene Schlüsselwörter; Bekanntheit der Begriffe

(2) *Die Situations- und Verstehensebene*: Erfahrungen, Weltwissen, Vertrautheit mit der Situation;

(3) *Die quantitativ-numerische Verstehensebene*: Art und Anzahl der Lösungsschritte; Komplexität der Rechenoperation; Größe der Zahlen

Neben Fehlerursachen, welche durch eine Orientierung an Oberflächenmerkmalen entstehen (z.B. Orientierung an Zahlen, vermutetem Rechenaufwand, Orientierung an Signalwörtern oder Orientierung am unterrichtlichen Kontext), können Schwierigkeiten an verschiedenen Stellen im Modellierungsprozess verortet werden (vgl. Franke/Ruwisch 2010: 85ff):

I. *Der Aufbau des Situationsmodells*

Wird der Aufgabentext (aufgrund der sprachlichen Struktur oder dem vom Text verlangten Ziehen von Schlüssen) falsch interpretiert oder nicht vollständig verstanden, kann es zu einer abweichenden oder lückenhaften mentalen Repräsentation der Situation kommen. Vor allem wenn das sprachliche Niveau des Textes über dem Sprachstand des/der Problemlösers/in liegt, treten Schwierigkeiten vor allem an dieser Stelle auf (vgl. Abschnitt 4.4). So kann es hier beim Verständnis der Situation an sich, bei der Konstruktion der zeitlichen Abfolge der Ereignisse oder bei der Verbindung der Situation mit konkreten Handlungsvorstellungen zu Problemen kommen.

II. *Die Übersetzung ins mathematische Modell*

Bei diesem Schritt ist ein hohes Maß an Abstraktionsvermögen notwendig, da zum einen die für das mathematische Modell irrelevanten Aspekte des Textes ausgeblendet werden müssen und zudem die Beziehungen der relevanten Daten und Größen in die abstrakte mathematische Symbolsprache übersetzt werden müssen. Fehler treten hier beispielsweise auf, wenn anhand der syntaktischen Struktur der Aufgabe eine Mathematisierung (in Leserichtung) erfolgt. Zudem kann es durch eine Konzentration auf Signalwörter unter Ausblendung des semantischen Kontexts zu falschen mathematischen Modellen kommen. Ferner können Lesefehler, die möglicherweise schon zu einem abweichenden Situationsmodell geführt haben, in fehlerhaften mathematischen Modellen erkennbar werden.

III. *Die Umsetzung des mathematischen Modells*

Hierunter können Rechenfehler verstanden werden, welche im engeren Sinne nicht zu den typischen Schwierigkeiten von Textaufgaben zählen, da sie auch bei rein arithmetischen Aufgaben auftreten.

IV. *Die Deutung, Validierung und Verbalisierung des mathematischen Ergebnisses*

Letztlich können bei Zurückführen des Ergebnisses in den Aufgabenkontext ebenfalls Schwierigkeiten auftreten. Gerade die Validierung hat eine Überprüfungsfunktion (kann das Ergebnis überhaupt stimmen?), von der nicht immer Gebrauch gemacht wird und fehlerhafte Ergebnisse unhinterfragt in den Ausgangskontext übertragen werden. Auch bei richtig errechnetem Ergebnis kann es zu einer inadäquaten Deutung kommen. Letztlich kann es zu rein sprachlich bedingten Schwierigkeiten bei der Antwortformulierung kommen, lässt sich diese bspw. nicht direkt von der Fragestellung ableiten.

4.4 Leseprozesse bei der Bearbeitung mathematischer Textaufgaben im Kontext des Zweitspracherwerbs

Bevor näher auf die verschiedenen Ebenen des Leseprozesses und exemplarische Konkretisierungen von potentiellen Hürden in Textaufgaben eingegangen wird, soll zunächst ein kurzer Blick auf besondere Charakteristika mathematischer Textaufgaben geworfen werden, wobei zu konstatieren ist, dass bislang keine „textsortenorientierte textlinguistische Untersuchung zu schulischen Textsorten im Fach Mathematik“ vorliegen (Gürsoy 2016: 57).

4.4.1 Textsortenspezifika mathematischer Textaufgaben

Mit mathematischen Textaufgaben wird versucht, mathematische Vorgänge anhand lebensweltnaher Beispiele zu veranschaulichen und in alltagsrelevante Kontexte einzubetten bzw. mathematische Operationen aus diesen abzuleiten (vgl. 4.1). Es handelt sich somit um nicht-authentische, zu didaktischen Zwecken erstellte Texte, welche für Schulbücher oder Prüfungsaufgaben formuliert werden. Dabei wird auf verschiedene Repräsentationsformen zugegriffen (Text, Bild, Symbol). In Textaufgaben werden Sachsituationen, die der Leser_innenschaft möglichst bekannt sein sollen, zum Ausgangspunkt. Dabei werden bestimmte Vorgänge, Abhängigkeiten oder Relationen verschiedener Objekte oder Personen beschrieben. Außerdem wird eine mathematische Lücke - meist durch eine Frage am Ende des Textes - ausgeführt. Es sollten also idealerweise die beschriebenen Situationen, Objekte und Vorgänge den Aufgabenbearbeiter_innen aus der Alltagswelt bekannt sein. Häufig setzen Textaufgaben jedoch Weltwissen voraus, welches aufgrund unterschiedlicher kultureller und sozialer Milieus nicht immer vorhanden ist und es demnach zu Missdeutungen oder Verständnisproblemen kommt (Rösch/Paetsch 2011: 68f).

Bei der Beurteilung und Einordnung von Schwierigkeiten bei der Bearbeitung mathematischer Textaufgaben muss somit auch die beschriebene Situation mitbeachtet werden. Ebenso interessant ist ein Blick auf die verwendeten alltags-, bildungs- und fachsprachlichen Mittel in den Texten. Inwiefern ein Text alltagssprachlich gestaltet ist, ist insofern relativ, als dass das alltagssprachliche Repertoire der Lernenden nicht einheitlich ist und mitunter vom sozialen und kulturellen Milieu abhängt. Es kann zudem je nach Schulform und Schulstufe zu einer unterschiedlichen Gewichtung der verschiedenen Register kommen. Dies kann vom Abstraktionsgrad der Aufgabe und der mathematischen Anforderung abhängen, aber auch davon, auf welchen lebensweltlichen Bereich die Aufgabe Bezug nimmt. Letztlich haben Autor_innen von Textaufgaben einen entscheidenden Einfluss auf den grammatikalischen Anspruch und den verwendeten Wortschatz einer Textaufgabe. In der Analyse der verwendeten Textaufgaben (Kapitel 9) wird eine genaue Betrachtung der sprachlichen Ausgestaltung im Zusammenhang mit den jeweiligen Kontexten vorgenommen.

Im folgenden Abschnitt fließen die in Kapitel 2 und 3 angestellten Überlegungen zu sprachlichen Herausforderungen in bildungssprachlichen und mathematischen Texten zusammen und werden durch eine kognitionspsychologische Perspektive auf Leseprozesse auf die Textsorte der Textaufgabe bezogen.

4.4.2 Leseprozesse aus kognitionspsychologischer Perspektive

In der kognitionspsychologischen Leseforschung, auf deren Erkenntnisse die in diesem Abschnitt dargestellten Leseprozesse aufbauen, wird Lesen als Konstruktionsleistung verstanden, welche durch ein Zusammenspiel aus textgeleitet aufsteigenden Informationen (bottom up) und wissensgeleitet absteigenden Prozessen (top down) gekennzeichnet ist (Rösch 2011: 189). Es werden hierbei Informationen aus dem Text entnommen und gleichzeitig Verbindungen mit dem Vorwissen, bestehend aus allgemeinem Wissen, deklarativen Weltwissen und dem speziellen Sprachwissen, hergestellt (Christmann/Groeben 1999: 146). Dabei werden Bedeutungen konstruiert, Schlussfolgerungen gezogen sowie auftretende Lücken im Text geschlossen (Inferenzen). Durch das Ineinandergreifen dieser Prozesse erzeugt der/die Leser_in ein mentales Modell der Textrepräsentation, das bereits vorgestellte Situationsmodell (van Dijk/Kintsch 1983: 336ff).

Der Leseprozess läuft auf verschiedenen Ebenen ab, wobei zwischen hierarchiehohen und hierarchieniedrigen Prozessen unterschieden werden kann. Zu den hierarchieniedrigen Prozessen gehört der Aufbau einer propositionalen Textrepräsentation, durch Worterkennung, semantische und syntaktische Relationen und die Verbindung von Wortfolgen und Sätzen sowie einer folgenden Bildung lokaler Kohärenz durch semantische Relationen zwischen Sätzen bzw. Propositionen (Richter/Christmann 2006: 28ff). Hierarchiehohe Prozesse sind hingegen weniger automatisiert und lassen sich vielmehr als strategisch-zielbezogene Abläufe beschreiben. So kommt es durch die Verknüpfung und Verdichtung größerer Textteile zu einer globalen Kohärenzbildung, zudem werden Superstrukturen gebildet und rhetorische Strategien erkannt (ebd.: 31ff).

Bei der folgenden Darstellung werden Leseprozesse auf Wort-, Satz- und Textebene kurz beleuchtet und auf mathematische Textaufgaben bezogen. Dabei wird ersichtlich, dass sowohl die unter 3.3.2 vorgestellten semantischen und morphosyntaktischen Besonderheiten der mathematischen Fachsprache als auch die unter 2.2 umschriebenen sprachlichen Spezifika des bildungssprachlichen Registers relevant werden. Abschließend findet eine Beschreibung der besonderen Herausforderungen im Leseprozess für DaZ-Lernende statt.

Leseprozesse auf der Wortebene

Auf der Wortebene sind die Prozesse der Identifikation der Buchstaben, einer Verbindung mit dem Gesprochenen (phonologische Rekodierung / mentale lautliche Repräsentation), einer Worterkennung und dem Erkennen der Wortbedeutung zu verorten (Ehlers 2010: 110; Richter/Christmann 2006: 36ff). Die Worterkennung und Bedeutungszuschreibung läuft einerseits unter Rückgriff auf vorhandenes lexikalisches Wissen und dabei einer visuellen Wiedererkennung (direkter Zugriff) oder einer Ableitung über die morphologische Struktur eines Wortes (indirekter Zugang) (ebd.). Andererseits kann bei unbekanntem Wörtern eine Erschließung der Bedeutung über den Satzkontext erfolgen. Eine kontextfreie Worterkennung ist insofern eine Schlüsselkompetenz, da sie eine höhere Lesegeschwindigkeit ermöglicht, welche wiederum das Verstehen begünstigt (Ehlers 2010: 110).

Bei der Betrachtung mathematischer Textaufgaben finden sich auf der Wortebene viele Besonderheiten und schwierigkeitsgenerierende Merkmale (nicht nur) für DaZ-Lernende, die größtenteils dem bildungssprachlichen Register zuzuordnen sind (vgl. Tabelle 1 in Abschnitt 2.2), vgl. auch 3.3.2). Hervorzuheben sind Komposita, Präfixverben und Präpositionen (Wilhelm 2016: 56). Die Wortebene ist im Hinblick mathematischer Textaufgaben insofern von besonderer Bedeutung, als dass im Gegensatz zu außermathematischen Texten ein Wort-für-Wort Lesen notwendig ist (ebd.). Wogegen bei außermathematischen Texten Redundanzen vorkommen und ein Text verstanden werden kann, ohne dass jedes Wort verstanden werden muss, zeichnen sich Textaufgaben durch Prägnanz und eine geringe Redundanz aus. Weitere potentielle Verständnisprobleme können durch die Übertragung von Wortbedeutungen aus dem Alltag bei unterschiedlicher Bedeutung in mathematischen Kontexten auftreten.

Leseprozesse auf der Satzebene

Ebenso wie bei der Wortebene handelt es sich bei Phänomenen auf der Satzebene um hierarchieniedrige Prozesse. Es findet hier eine lokale Kohärenzbildung durch eine syntaktische und semantische Integration statt (Richter/Christmann 2006: 40ff). Wortfolgen und Propositionen werden aufeinander bezogen, was sowohl durch die Verknüpfung semantischer Bedeutungseinheiten als auch durch syntaktische Analysen, also der Betrachtung von Funktionen der Satzteile, erfolgt (Christmann/Groeben 1999: 152ff). Es wird dabei davon ausgegangen, dass eine syntaktische Analyse dann eintritt, wenn die semantische Ebene für das Verständnis nicht ausreicht, ihr also eine Hilfsfunktion zukommt (ebd., Ehlers 2010: 110). Es wird jedoch auch in Frage gestellt, ob eine solche syntaktische Analyse überhaupt automatisiert eintritt oder vielmehr einer expliziten Anregung bedarf (Christmann/Groeben 1999: 155) Die Satzebene stellt durch die Bedeutungsgenerierung durch das in

Beziehung setzen von Wörtern und der resultierenden Kohärenzbildung einen grundlegenden Schritt im Leseverständnis dar (Irwin 2007 in Wilhelm 2016: 59).

Mathematische Textaufgaben sind häufig durch komplexe Sätze gekennzeichnet, weshalb auf der Satzebene viele Herausforderungen verortet werden können. So führen beispielsweise syntaktische Funktionswörter (Präpositionen, Konjunktionen und Artikel), Wortgruppierungen wie Präpositional-, Nominal oder Adverbialphrasen sowie Satzgefüge zu der bereits angesprochenen Informationsdichte und Komplexität und müssen für die Bedeutungskonstruktion analysiert werden (Christmann/Groeben 1999: 154, vgl. Abschnitt 3.3.2). Wie angesprochen kann jedoch nicht sicher davon ausgegangen werden, dass eine solche syntaktische Analyse eine dem Leseprozess inhärente Strategie darstellt, weshalb Verständnisprobleme naheliegen. Neben den angesprochenen Phänomenen finden sich in mathematischen Textaufgaben häufig weitere bildungssprachtypische Elemente wie „Kohäsionsmarkierungen, umfängliche Attribute und Funktionsverbgefüge [...] ebenso wie Konjunktiv- und unpersönliche Konstruktionen“ (Wilhelm 2016: 60). Weiter ist die wichtige relationale Rolle von Präpositionen und präpositionalen Konstruktionen in unterschiedlichen Studien zu mathematischen Textaufgaben in den Fokus der Aufmerksamkeit geraten. So konnte von Gogolin et al. (2004) und Kaiser/Schwarz (2009 in Duarte 2011: 44) eine häufige Fehldeutung und Nichtbeachtung von Präpositionen erkannt werden, was zu Fehlern im weiteren Modellierungsprozess führte.

Auch die Annahme, dass längere Sätze schwierigkeitsgenerierend sind, kann hinsichtlich mathematischer Textaufgaben nicht per se aufrechterhalten werden. So stellt bspw. Wilhelm bei der Analyse von Textaufgaben der ZP10 fest, dass die Schwierigkeit gerade in sprachlichen Verdichtungen liegt, da kurze Sätze mit vielen Informationen einer Auffächerung und genauen Analyse bedürfen (2016: 60).

Leseprozesse auf der Textebene

Auf der Textebene findet durch hierarchiehohe Prozesse die globale Kohärenzbildung statt:

„Unter Prozessen der globalen Kohärenzbildung kann man alle hierarchiehöheren Prozesse (also Makrostrukturbildung, schema- und superstrukturell-basierte Verarbeitung, Erkennen rhetorischer Strategien) zusammenfassen, die zu einem integrativen Verständnis des Textsinns im Ganzen führen.“
(Richter/Christmann 2006: 43)

Es werden dabei größere Textteile und Bedeutungseinheiten miteinander verknüpft und mental zu einer Gesamtbedeutung zusammengefügt. Dabei gestaltet sich die Kohärenzbildung leichter, wenn diese durch explizite Verknüpfungsmerkmale im Text verdeutlicht wird, bspw. durch Bezugnahme von Textteilen aufeinander. Ehlers unterscheidet im Prozess der Kohärenzbildung drei verschiedene Teilfertigkeiten (2010: 110f): [1] *Selektion*: Das Gedächtnis arbeitet *selektiv*, d.h. es werden nicht alle

Elemente behalten, sondern je nach Perspektive, Fragestellung, Erwartungen an den Text oder dem Thema des Textes bestimmte Aspekte aufgegriffen. [2] *Abstraktion*: Zweitens wird *abstrahiert*, d.h. es werden übergeordnete Konzepte und Einheiten gebildet, da das Gedächtnis die Aspekte so besser erinnern kann. [3] *Inferenzen*: Hiermit sind Schlussfolgerungen gemeint, die durch implizite Informationen im Text notwendig sind. Textuelle Lücken werden durch Kontext und Vorwissen der/s Lesenden geschlossen.

Für die Bearbeitung mathematischer Textaufgaben lassen sich durch diese Erkenntnisse besondere Herausforderungen auf der Textebene ableiten. Wird beim Leseprozess selektiert, bspw. durch die Erwartung, welche Aspekte für die Erstellung des mathematischen Modells von Bedeutung sind, können wichtige Informationen untergehen. Durch hohe Informationsdichte und geringe Redundanz mathematischer Textaufgaben liegt zudem häufig keine explizite Verknüpfung unterschiedlicher Textteile vor, was die Kohärenzbildung erschwert. Bei Textaufgaben ist es zudem sehr wichtig, vorangegangene Propositionen richtig verstanden zu haben, um wiederum die folgenden Propositionen richtig deuten zu können (Wilhelm 2016: 62). Lokale wie globale Kohärenzbildung stellen somit gleichermaßen wichtige Prozesse dar, wohingegen bei außermathematischen Texten oftmals globales Verstehen vordergründig ist. Letztlich wird bei der Bearbeitung mathematischer Textaufgaben die *interrepräsentationale Kohärenzbildung* relevant, wenn neben dem Text auch bildliche oder schematische Darstellungen hinzukommen. Diese können entweder zusätzliche Informationen enthalten, was sie zu einer weiteren Herausforderung werden lässt, oder sie nehmen eine unterstützende Rolle bspw. durch die Veranschaulichung der Situation ein (ebd.).

Diese Ausführungen treffen sowohl für das Lesen in einer Erst- als auch in einer Zweitsprache zu, weshalb mathematische Texte auch für einsprachig deutsch aufwachsende Schüler_innen besonders herausfordernd sind.

An dieser Stelle sollen spezifische Stolpersteine des Lesens mit Deutsch als Zweitsprache zusammengefasst werden (vgl. Ehlers 2010: 111f). Ausschlaggebender Faktor für das Leseverstehen ist die Zweitsprachkompetenz der/s Lesers/in, welche hinsichtlich des verwendeten Wortschatzes und grammatikalischer Aspekte mit dem Niveau des Textes auseinanderklaffen und demnach zu Verständnisschwierigkeiten führen kann. Oftmals reichen die mündlichen Kompetenzen, auf denen der Erwerb der Lesekompetenz aufbaut und der durch einen reduzierten Wortschatz und einfachen Satzstrukturen gekennzeichnet ist, für den Anspruch bildungssprachlicher Texte nicht aus: „Eingeschränkte mündliche zweitsprachige Fertigkeiten sind ein Hauptfaktor, der zu Leseverständnisproblemen in der L2 führt“ (ebd.: 111). So sind in erster Linie die Leseerwerbsphase und das Alter sowie mündliche Kompetenzen ausschlaggebend bei der Betrachtung von Lesefähigkeiten. Zudem haben die sprachlichen Eigenschaften von Ausgangs- und Zielsprache Einfluss

auf Lesekompetenzen und deren Erwerb in einer Zweitsprache (Ehlers 2008 in Rösch 2011: 191; Lutjeharms 2010: 22). Dauert die Worterkennung länger bzw. gelingt diese aufgrund des eingeschränkten Vokabulars in der Zweitsprache nicht, kommt es zu einer geringeren Lesegeschwindigkeit, was, wie bereits erwähnt, das Verständnis beeinträchtigt. Ferner nennt Ehlers fehlende Hintergrundkenntnisse als Ursache für einen erschwerten Erwerb von Lesefähigkeiten in der Zweitsprache, ebenso wie eine geringere Inferierfähigkeit im Vergleich zu L1-Leser_innen aufgrund einer Konzentration auf die sprachliche Basis des Textes und auftretenden Leseverständnislücken (ebd.: 112). Ferner treten Schwierigkeiten bei der Kohärenzbildung auf Textebene auf, bspw. durch Probleme beim Erkennen von Koreferenz. Eine weitere wichtige Erkenntnis bezüglich des Lesens in einer Zweitsprache liegt in der begrenzten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses, welches beim Lesen bildungssprachlicher Texte in einer Zweitsprache bereits bei hierarchieniedrigen Prozessen wie der Worterkennung und der lokalen Kohärenzbildung besonders beansprucht bzw. völlig ausgeschöpft wird oder nicht ausreicht. Folglich kommt es zur Einschränkung bei syntaktischen und semantischen Prozessen, die über die Wortebene hinausgehen sowie bei hierarchiehoher Prozessen (Irwin 2007 in Wilhelm 2016: 56). Es kann davon ausgegangen werden,

„dass die Verarbeitung fremdsprachiger Fachtexte auf hierarchieniedrigen Ebenen wenig automatisiert ist und folglich größere Gedächtnisressourcen in Anspruch nehmen muss. Ist das der Fall, so ist der Leser gezwungen, stärker textbezogen zu lesen. Dies verursacht eine Verlangsamung des Leseprozesses, was allein nicht so folgenreich wäre, wenn es nicht auch einen Einfluss auf das Verständnis und Behalten des Textinhalts hätte.“ (Iluk 2010: 165)

Gogolin/Kaiser/Roth et. al. konnten zudem feststellen, dass mehrsprachige Lernende häufig Schwierigkeiten bei der mentalen Repräsentation zeitlicher und funktionaler Strukturen haben, was durch die Vernachlässigung des Strukturwortschatzes (wie Präpositionen) bei gleichzeitiger Fokussierung von Inhaltswörtern (Nomen) erklärt werden kann (2004).

Ohne auf die spezifischen sprachlichen Eigenheiten einzugehen, wurden aus mathematikdidaktischer Sicht folgende drei Schwierigkeiten bei der Erschließung mathematischer Texte zweisprachiger Jugendlicher festgestellt (Duarte/Gogolin/Kaiser 2011: 44f):

1. Schwierigkeiten beim Herausbilden theoretischer Begriffe
2. Fehlende mentale Vorstellung von theoretischen Konstrukten
3. Schwierigkeiten mit implizit gegebenen Informationen

Abgesehen von diesen potentiellen Stolpersteinen im Leseprozess sei letztlich die Nutzbarmachung von Lesefähigkeiten in der Erstsprache für das Lesen in einer Zweitsprache erwähnt, wobei bspw. der

Transfer metakognitiver Strategien (Wissen über Textsorten; Zugriff auf bereits erlernte Lesestrategien) zu nennen ist (Rösch 2011: 191; Romaine 1989: 237).

5 Sprachliche Facetten der Kompetenzbeschreibungen für Mathematik im erwachsenengerechten Curriculum zum Pflichtschulabschluss

Um genauer auf den Bildungskontext der Untersuchungsteilnehmerin der vorliegenden Forschungsarbeit einzugehen, soll an dieser Stelle ein Blick auf die impliziten und expliziten sprachlichen Anforderungen der Kompetenzbeschreibungen für Mathematik im *Curriculum für Lehrgänge zur Vorbereitung auf die Pflichtschulabschluss-Prüfung* (BMBF o.J.) sowie auf den gesetzlich festgelegten Umfang und Inhalt des Prüfungsgebietes Mathematik²⁵ geworfen werden. Im Einleitungstext zum Kompetenzfeld Mathematik heißt es:

„Mathematik soll mit ihrer Sprache, ihren Symbolen und ihren Gesetzmäßigkeiten kennengelernt und begriffen, aber auch als Mittel für die Bearbeitung von Aufgaben und Problemen innerhalb und außerhalb der Mathematik verstanden werden. [...] Wesentlich ist darüber hinaus, technische, natürliche, soziale und gesellschaftliche Erscheinungen und Vorgänge mit Hilfe der Mathematik zu verstehen, zu analysieren und kritisch zu beurteilen.“ (ebd.: 22)

Mit dieser Aussage wird explizit die Sprache der Mathematik als Lerngegenstand ins Zentrum gerückt. Eine Analyse und kritische Beurteilung von realen Phänomenen mithilfe der Mathematik erfordert eine sehr hohe (bildungs-)sprachliche Kompetenz, man denke an die spezifischen Redemittel, Verben oder syntaktischen Herausforderungen für eine sprachliche Realisierung einer *kritischen Beurteilung* oder einer *Analyse*.

Die Übertragung innermathematischer Probleme auf die reale Welt, sowie die formulierte „kritische Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen der Mathematik“ (ebd.) knüpfen an das Konzept der *mathematical literacy*²⁶ an.

Der Blick auf die folgenden Deskriptoren und deren Konkretisierungen des Curriculums für den erwachsenengerechten Pflichtschulabschluss (vgl. Tabelle 2) lässt weitere sprachlichen Facetten mathematischer Kompetenzbeschreibungen erkennen (vgl. BMBF o.J.: 23ff).

²⁵ Vgl. Rechtsinformationssystem des Bundeskanzleramtes (2017)

²⁶ Gogolin und Schwarz definieren *mathematical literate* folgendermaßen: „Als ‚mathematisch literate‘ gelten [...] die Schülerinnen und Schüler, die mathematische Begriffe und Methoden zur Durchdringung und Bewältigung der Phänomene ihrer natürlichen, technischen und sozialen Umwelt zu nutzen verstehen.“ (Gogolin/Schwarz 2004: 836)

Tabelle 2: Kompetenzbeschreibungen des Curriculums für Lehrgänge zur Vorbereitung auf die Pflichtschulabschluss-Prüfung²⁷

Deskriptor	Konkretisierung	Sprachlicher Bereich
Aufgabenstellungen erfassen und analysieren (1)	Mathematische Textaufgaben sinnerfassend lesen und mathematische Sachverhalte [...] herauskristallisieren	Lesen, Sprechen
	Mathematische Sachverhalte [...] beschreiben	Sprechen
	Verbale, tabellarische, grafische oder symbolische Darstellung von Sachverhalten	Sprechen
	Zur vorgefunden Sachsituation Fragen stellen	Sprechen
	Externe Informationsquellen heranziehen und nutzen (z.B. im Internet recherchieren)	Leseverstehen
Sich Zahlenbereiche sinntragend vorstellen (2)	Verwendungssituationen von Zahlenmengen beschreiben	Sprechen
	Notwendigkeiten von Zahlbereichserweiterungen an Beispielen erläutern	Sprechen
Geometrische Objekte und Beziehungen in der Umwelt erkennen und beschreiben (3)	Geometrische Grundbegriffe kennen und korrekt verwenden	Lesen, Lexik
Figuren in der Ebene und Körper im Raum benennen und skizzieren (4)	Geometrische Figuren und Körper benennen und ihre Eigenschaften und Unterscheidungsmerkmale beschreiben	Sprechen
Mathematik als dynamische Wissenschaft (5)	Historische Hintergründe der Mathematik exemplarisch erläutern	Sprechen
	Unterschiedliche Rechentechniken beschreiben	Sprechen
Mit Zahlen lösungsorientiert operieren (6)	Statistische Darstellungsformen (Tabelle, Diagramme) kennen	Lesen
Statistische Daten tabellarisch und grafisch darstellen und damit operieren (10)	Daten aus statistischen Darstellungen vergleichen, werten und kritisch betrachten	Lesen, Sprechen
Überlegungen, Lösungswege und Ergebnisse dokumentieren und interpretieren (11)	Überlegungen, Lösungswege und Ergebnisse dokumentieren, verständlich darstellen und präsentieren	Sprechen, Schreiben
	Ergebnisse interpretieren	
Mathematische Darstellungen in einen gesellschaftlichen, sozialen, demographischen und entwicklungspolitischen Kontext stellen (12)	Werte aus Tabellen oder grafischen Darstellungen ablesen, interpretieren und hinterfragen	Lesen, Sprechen, Schreiben
	Vor- und Nachteile statistischer Darstellungen [...] beurteilen	Sprechen
	Grafische Fehldeutungen sowie Manipulationsmöglichkeiten in Medien analysieren	Sprechen
Grundlegende mathematische Fachbegriffe verstehen und mit Hilfe dieser ausreichend klar kommunizieren	Mathematische Fachbegriffe zur Beschreibung von Eigenschaften, Beziehungen, Regeln korrekt und adäquat verwenden	Sprechen, Schreiben
	Mathematische Gedanken unter Verwendung der Fachsprache schlüssig und klar mitteilen .	Sprechen
	Die symbolische und formale Sprache der Mathematik in Alltagssprache übersetzen .	Sprechen
	Durch Austausch mit anderen über unterschiedliche Zugänge zu mathematischen Problemstellungen das eigene Verständnis festigen und erweitern.	Sprechen
Argumentationen nachvollziehen, beschreiben	Argumentationen anderer oder Texte zu mathematischen Inhalten nachvollziehen und überprüfen	Hörverstehen, Lesen

²⁷ Vgl. BMBF o.J.: 23ff. Die Formulierungen wurden leicht verändert, Hervorh. d. Verf.

und eigene Entscheidungen und Ergebnisse begründen (14)	Lösungswege und Überlegungen beschreiben, erläutern und Ergebnisse begründen	Sprechen
	Eigene mathematische Argumentationen entwickeln .	Sprechen
Alltägliche Situationen und gesellschaftspolitische Vorgänge mit Hilfe der Mathematik beurteilen (15)	Authentische Informationen wie Texte, Tabellen, Karten, Diagramme lesen, interpretieren und kritisch hinterfragen	Lesen, Sprechen
	Relevante Fragestellungen unter Einbeziehung der eigenen Lebenspraxis und von eigenen Erfahrungen und Betrachtungen formulieren	Sprechen
	Gesellschaftspolitische Themen mit mathematischen Modellen und Argumentationen problematisieren und Schlüsse für mögliche und notwendige Veränderungen ziehen (z.B. Verteilungsfragen).	Sprechen

Es wird hier sehr deutlich, dass mathematische Kompetenzen eng mit sprachlichen Fertigkeiten verschränkt sind und hohe bildungssprachliche Anforderungen mit sich bringen. Ein Großteil der Kompetenzbeschreibungen fällt in den Fertigkeitsbereich *Sprechen* und umfasst neben beschreibenden Sprachfertigkeiten (formulieren, beschreiben, benennen, vorstellen, etc.), auch argumentative (erläutern, begründen, beurteilen, etc.) und interpretative Sprachhandlungen (Schlüsse ziehen, interpretieren, analysieren, etc.). Diese erfordern elaborierte Sprachkenntnisse und spezifische, bildungssprachliche Sprachmittel.

Im Curriculum werden auch einige Kompetenzen aus dem Bereich *Lesen* beschrieben - wie z.B. „Mathematische Textaufgaben sinnerfassend lesen und mathematische Sachverhalte [...] herauskristallisieren“ (BmBF o.J: 23). Damit ist die für diese Arbeit zentrale sprachliche Kompetenz explizit benannt, wobei im Rahmencurriculum nicht weiter darauf eingegangen wird, wie solche Textaufgaben sprachlich genauer aussehen. Es lässt sich jedoch durch die Formulierung der weiteren Deskriptoren annehmen, dass Textaufgaben häufig verschiedene Darstellungsformen (Tabelle, Diagramme, etc.) einschließen und Fragestellungen beinhalten, die Argumentationen und Interpretationen sowie eine Einbettung in lebensweltliche Kontexte verlangen. Die Überprüfung der Kompetenzbereiche findet im Rahmen der Pflichtschulabschlussprüfung in Form einer schriftlichen sowie einer mündlichen Prüfung statt. Um verschiedene Kompetenzbereiche im schriftlichen Teil der Prüfung abzudecken, werden lange und mehrgliedrige Aufgaben zum Einsatz gebracht, wie ein Blick auf eine adaptierte Prüfungsaufgabe verdeutlicht (vgl. 9.2.).

6 Zwischenfazit

Der erste Teil der Arbeit konnte verschiedene Einblicke in das Forschungsfeld liefern, wobei vor allem die Interdisziplinarität des Feldes und unterschiedliche disziplinäre Zugänge herausstechen. Zur Beantwortung der Forschungsfrage der vorliegenden Arbeit ist insofern ein interdisziplinärer Zugang notwendig, als dass zum einen die Leseverstehensprozesse bei der Bearbeitung mathematischer Textaufgaben unter besonderer Berücksichtigung des Zweitspracherwerbs genauer analysiert werden

und darüber hinaus Prozesse jenseits des Leseverstehens mitberücksichtigt werden müssen. In den Ausführungen hat sich gezeigt, dass auftretende Hürden in der Textaufgabenbearbeitung an unterschiedlichen Momenten verortet werden können, was anhand des Modellierungskreislaufes und Reussers „Situation Problem Solvers“ deutlich wird. Vor allem die mentale Repräsentation der im Text vorgestellten Situation (Situationsmodell) stellt sich als entscheidende Etappe im Bearbeitungsprozess dar. Diese kann nur erreicht werden, wenn der Text ausreichend verstanden wurde. Dies wiederum hängt von verschiedenen Verarbeitungsprozessen ab, welche anhand von psycholinguistischen Ausarbeitungen zum Leseverstehen verdeutlicht wurden.

Bei einer genaueren Betrachtung mathematikspezifischer Herausforderungen im Leseprozess konnten wichtige Erkenntnisse auf Wort-, Satz- und Textebene herausgearbeitet werden, die von der Möglichkeit verschiedener Darstellungsformen über syntaktische Besonderheiten mittels Verdichtungen durch mehrere Wörter umfassende Passiv-, Präpositional- oder Nominalphrasen bis hin zur notwendigen Kenntnis über kohärenzbildende Sprachmittel auf der Textebene wie Konjunktionen, Proformen oder Präpositionen reichen. Es soll im folgenden zweiten Teil dieser Arbeit untersucht werden, inwiefern und wie die auftretenden Schwierigkeiten bei der Bearbeitung sprachlich und inhaltlich unterschiedlich komplexer Textaufgaben innerhalb dieser theoretisch ausgeführten Möglichkeiten einzuordnen und zu deuten sind.

II. Forschungsprojekt

7 Forschungsvorhaben: Inhalte, Methode, Ablauf und Durchführung

Vor dem Hintergrund der theoretischen Darstellungen in Teil I dieser Arbeit werden im Folgenden die erhobenen Daten ausgewertet und hinsichtlich der Forschungsfrage interpretiert. Dafür werden zunächst infolge der Ausformulierung des Forschungsinteresses, der Forschungsfragen und den aufgestellten Hypothesen die Auswahl der Aufgaben und der Ablauf der Datenerhebung skizziert und begründet. Es handelt sich bei dem Forschungsprojekt um eine Einzelfallstudie mit Besrat²⁸, die 2015 aus Äthiopien immigriert ist und zur Zeit der Erhebung einen Vorbereitungskurs auf den Pflichtschulabschluss besuchte. Die Erhebung bestand aus mehreren Fördereinheiten, in deren Rahmen die Bearbeitung verschiedener Textaufgaben stattfand. Die Tonaufnahmen der Einheiten und das zusätzlich geführte Interview zu Besrats Bildungsbiographie und ihrem Zugang zum schulischen Mathematiklernen bilden die Datengrundlage dieser Arbeit.

Im Folgenden wird anschließend an die Einbettung der vorliegenden Arbeit in den Methodendiskurs (7.2) und einer Beschreibung der Durchführung der Erhebung, bestehend aus Planungsprozess (7.3.1), einem Blick auf die Auswahl der Textaufgaben (7.3.2) und einer Beschreibung der Abläufe der Einheiten (7.3.3) eine Kontextualisierung der Studie vorgenommen (8). Dabei wird zunächst mit einer Kurzbeschreibung des Bildungsanbieters *PROSA- Projekt Schule für Alle* der institutionelle Rahmen, in dem Besrats instruiertes Mathematik- und Deutschlernen stattfand, umrissen (8.3). Daraufhin wird anhand des Interviews Besrats Bildungsbiographie und ihr Zugang zum Fach Mathematik dargestellt (8.1). Anschließend beschreibe ich Besrats Sprachstand mit dem Beobachtungsverfahren USB DaZ (8.2). Kapitel 9 widmet sich dann der Analyse der erhobenen Daten der Fördereinheiten, wobei zunächst das methodische Vorgehen vorgestellt wird (9.1). Im nächsten Schritt kommt es zu einer linguistischen und mathematischen Analyse der drei ausgewählten Textaufgaben, wobei sowohl sprachliche als auch mathematische Besonderheiten und potentielle Hürden herausgearbeitet werden. Jeweils im Anschluss findet auf der Grundlage dieser Materialanalyse eine Analyse der Daten der entsprechenden Fördereinheiten statt (9.2 – 9.4). Durch eine Zusammenführung der Ergebnisse aller analysierten Einheiten wird unter 9.5 eine übergreifende Deutung hinsichtlich der aufgestellten Hypothesen angestellt.

An dieser Stelle soll zunächst das Forschungsinteresse mit Blick auf die empirische Erhebung vorgestellt werden.

²⁸ Der Name der Untersuchungsteilnehmerin wurde anonymisiert.

7.1 Das Forschungsinteresse: Forschungsfragen und Hypothesen

Im Zentrum der vorliegenden Arbeit steht die Frage nach dem Zusammenhang zwischen sprachlichen Kompetenzen und der Lösung mathematischer Textaufgaben. Wie im ersten Teil der Arbeit ausgeführt wurde, gibt es im Bearbeitungsprozess mathematischer Textaufgaben verschiedene potentielle Hürden, wobei das Verstehen der Aufgabe und die dafür notwendigen Lesefähigkeiten zentral sind. Bei der Auswertung der Daten wird zunächst ein genauer Blick auf potentielle sprachliche Hürden in den Aufgaben geworfen und im nächsten Schritt die Bearbeitung der Aufgaben und darin vorkommende sprachliche, kognitive und mathematische Prozesse und deren Verknüpfungen analysiert. Dabei lassen sich vor dem Hintergrund der Ergebnisse aus dem Theorieteil neben der zentralen Forschungsfrage weitere Unterfragen ableiten, die genauer beleuchtet werden sollen:

Inwiefern spielen sprachliche Kompetenzen eine Rolle beim Lösen von mathematischen Textaufgaben?

- *Welches sind die konkreten sprachlichen Schwierigkeiten, wie können diese sprachwissenschaftlich eingeordnet werden und welche Rolle spielen dabei alltags-, bildungs- und fachsprachliches Register?*
- *In welcher Phase des Löseprozesses sind Schwierigkeiten zu verorten und wie können diese erklärt werden?*
- *Inwiefern haben unterschiedliche Darstellungsformen einen Einfluss auf das Lösen von Aufgaben?*
- *An welcher Stelle ist die mathematische Lösungsstrategie relevant und an welcher die sprachliche Anforderung der Aufgabe und inwiefern beeinflussen sich die beiden Bereiche? Sind mathematische von sprachlichen Kompetenzen trennbar?*
- *Inwiefern sind die Ergebnisse vorliegender Studien auf den Kontext eines im Jugendalter beginnenden Zweitspracherwerbs (bzw. bei Seiteneinsteiger_innen) übertragbar?*
- *Welche sonstigen Erkenntnisse können durch die Beobachtung der Textaufgabenbearbeitung und der dabei stattgefundenen Interaktionen gemacht werden? Welche Rolle spielt der Dialog in der Aufgabenbearbeitung?*

Durch die Erkenntnisse aus dem Theorieteil kommt es zu folgender Umgestaltung und Ergänzung der eingangs formulierten Hypothesen, die im Rahmen der Analyse und Interpretation überprüft werden sollen:

- Die Schwierigkeiten beim Bearbeiten von Textaufgaben können an verschiedenen Stellen im Bearbeitungsprozess auftreten. Die Erstellung eines adäquaten Situationsmodells ist dabei die größte Hürde.
- Schwierigkeiten sind vor allem mit bildungssprachlichen Sprachmitteln zu erwarten.

- Wird das Arbeitsgedächtnis hauptsächlich mit Verstehensprozessen auf der Wortebene beansprucht, kommt es zur Vernachlässigung von syntaktischen Zusammenhängen und globaler Textkohärenz.
- Anspruchsvolle Aufgaben können auch bei Verständnis der Rechenoperationen nicht gelöst werden, wenn sprachliche Kompetenzen fehlen.
- Die Lesekompetenz ist ausschlaggebend für eine erfolgreiche Bearbeitung von Textaufgaben
- Eine Trennung von mathematischen und sprachlichen Kompetenzen ist nur bedingt möglich, und zwar dann, wenn ein reiner Rechenvorgang erwartet wird, der sich aus der Darstellung (Visualisierung / Semiotik) der mathematischen Operation bereits ableiten lässt.
- Mathematische Lösungsstrategien, die bereits erlernt wurden, können aufgrund der Darstellung der Aufgabe (Visualisierung, Symbole, Zeichen) zum Einsatz gebracht werden und beim Lösen der Aufgabe helfen, auch wenn es zu Schwierigkeiten im Textverständnis kommt.
- Darstellungswechsel können das Textverständnis begünstigen

7.2 Forschungsmethode

Bei vorliegendem Forschungsvorhaben handelt es sich um eine Fallstudie, welche im Bereich qualitativer Sozialstudien anzusiedeln ist. Die Fallstudie als wissenschaftlicher Forschungsansatz kann unterschiedliche Methoden der Datenerhebung sowie der Datenanalyse und -auswertung umfassen, die je nach Forschungsgegenstand auszuwählen und zu begründen sind. Somit handelt es sich um einen offenen Forschungsansatz, dessen Charakteristika und Vorzüge im Folgenden vorgestellt und mit einem Blick auf den Methodendiskurs beschrieben werden. In diesem Zusammenhang gehe ich zudem auf die Problematik objektivierender wissenschaftlicher Repräsentationen und des Sprechens über „Andere“ ein. Letztlich möchte ich die angestellten Überlegungen auf das vorliegende Forschungsprojekt übertragen und dabei vor allem die Besonderheiten dieser Fallstudie herausarbeiten.

Ein historischer Abriss über die Bedeutung von Fallstudien zeigt lange Zeit eine konkurrierende Gegenüberstellung zweier grundsätzlich verschiedener erkenntnistheoretischer Zugänge, welche sich in jüngster Zeit zu einem gesunden Nebeneinander entwickelt hat (Fatke 2013: 162). Auf der einen Seite steht dabei der deduktive Ansatz, nach welchem das Besondere nicht zum Allgemeinen führen könne, sondern vielmehr allgemeine Aussagensysteme auf jeweils besondere Gegebenheiten anzuwenden seien. Die Untersuchung von Einzelfällen könne demnach nicht zu allgemeinen Aussagen

führen und sei daher nicht wissenschaftlich. Diesem deduktiven Vorgehen steht eine Gegenströmung gegenüber, welche Einzelfälle als Ausgangspunkt allgemeingültiger Erkenntnisse annimmt und somit ein induktives Vorgehen postuliert. Im Sinne eines interpretativen und verstehenden Zugangs spielt für die Methodologie der Einzelfallstudie vor allem die Hermeneutik eine tragende Rolle (Kraimer 2002: 214). Als Mitbegründer der methodischen Ausrichtung der Einzelfallstudie gilt Dilthey, dessen Philosophie sich durch eine ganzheitliche Orientierung, einen methodologischen Holismus und die Kunstlehre der Textauslegung auszeichnet. Ein holistischer Ansatz ist insofern zentrales Element in der Methodologie der Einzelfallstudie, als dass „durch das Überschauen der einzelnen Inhalte sowie deren Verbindungen“ ein ganzheitlicher Zusammenhang entsteht, wobei Ausgangspunkt der Untersuchung „der Mensch als ein soziales und historisches Wesen“ ist (ebd.). Nachdem Einzelfallstudien in den zwanziger, dreißiger und vierziger Jahren des 20. Jahrhunderts großen Anklang in der sozialwissenschaftlichen Forschung fanden, kam es erst im Zuge des Aufblühens der qualitativen Sozialforschung in den 80er Jahren zu einer Wiederentdeckung dieses Ansatzes. Dabei wurden Einzelfallanalysen insbesondere im Bereich der Sozialisationsforschung (v.a. die teilnehmende Beobachtung) sowie in der sozialwissenschaftlichen Biographie- und Lebenslaufforschung (v.a. das narrative Interview) bedeutsam (ebd.: 214f). Die Rückkehr zu Fallstudien in den Sozialwissenschaften und insbesondere in den Erziehungswissenschaften in den 80er Jahren lässt sich unterschiedlich begründen: Eine höhere Anschaulichkeit für die pädagogische Praxis, tiefergehende Ergebnisse empirischer Forschungen sowie eine Hinwendung zur Lebenswelt der interessierenden Gruppe, um der Vielschichtigkeit und Mehrdimensionalität sozialer Realitäten näherzukommen, stellen nur einige dar (Fatke 2013: 160f). Bevor auf weitere generelle Vorteile der Untersuchung einzelner Fälle eingegangen wird, möchte ich zunächst erläutern, was unter einem Fall verstanden werden kann.

Meist stehen bei Fallstudien einzelne Personen und deren Biographien (z.B. Bildungs-, Krankheits- oder Lebensbiographien) im Zentrum. Es können jedoch auch sonstige abgrenzbare soziale, institutionelle oder historische Phänomene und mitunter auch abstraktere Einheiten wie eine Erziehungstheorie einen Fall konstituieren (Fatke 2013: 164ff; Kraimer 2002: 213). Ein Fall gerät meist aufgrund gewisser Besonderheiten oder Auffälligkeiten ins Forschungsinteresse. Demgegenüber kann ein Fall auch eine exemplarische Illustration eines allgemeinen und als Norm verstandenen Phänomens sein. Dabei ist zu unterstreichen, dass das „Einmalige, Individuelle [...] auf das Normativ-Allgemeine des Wahrnehmungs- und Beurteilungshintergrundes hin zu prüfen“ ist (Fatke 2013: 165). Hinsichtlich der Rekonstruktion eines Falles weist Kraimer auf den Einbezug aller für den Fall relevanten Aspekte hin: „Die Ganzheit des Untersuchungsfalles wird durch die systematische Berücksichtigung aller bedeutsamen Elemente gewahrt“ (2002: 220). Das Ziel liegt dabei darin, „diejenigen Struktureigenschaften zu erkennen, die einen Fall determinieren“ (ebd.). Je nach untersuchtem

Gegenstand sind ein (oder mehrere) angemessene Erhebungs- und Analyseverfahren zu wählen. Das methodische Vorgehen ist also nicht-standardisiert.

Ferner ist bei der Durchführung von Einzelfallstudien die Verbindung der Erkenntnisse mit theoretischen und allgemeinen Wissensbeständen zentral. Dabei besteht die Herausforderung darin, das Verhältnis zwischen Besonderem und Allgemeinem herauszuarbeiten, wodurch wissenschaftlich-theoretische Erkenntnisse bestätigt oder durch Abweichung neue, in weiteren Studien zu überprüfende Thesen aufgestellt werden können. Inwiefern Einzelfallstudien nicht nur Wissensbestände bestätigen, sondern auch zu wissenschaftlichen Erkenntnissen führen können, ist in den Sozialwissenschaften umstritten und stark von epistemologischen Grundannahmen (Induktion vs. Deduktion) abhängig. Wie jedoch im historischen Abriss gezeigt, spielen qualitative induktive Verfahren je nach sozialwissenschaftlicher Disziplin und Forschungsinteresse durchaus eine wichtige Rolle zur Erkenntnisgenerierung. Hierbei handelt es sich jedoch meist um vorläufige Erkenntnisse mit hypothetischem Charakter, welche eine Überprüfung durch weitere Fallstudien verlangen (Fatke 2013: 167).

Die Untersuchung einzelner Fälle bringen abgesehen von der Möglichkeiten, wissenschaftliche Erkenntnisse zu bestätigen oder zu gewinnen, weitere Vorzüge mit sich. Ein Blick auf Methodendiskurse im Bereich der Biographieforschung, in welcher das narrative Interview eine zentrale Rolle spielt, führt dies vor Augen. Alheit/Dausien benennen unter anderem folgende Vorzüge von Fallrekonstruktionen, die deren besonderen Stellenwert (nicht nur) in der Biographieforschung untermauern (2006: 442ff):

1. Die Transparenz der Beziehung zwischen den Deutungen ersten Grades (der Befragten) und der Deutung 2ten Grades (der Forscher_innen).
2. Die Deutung von einzelnen Fällen hat gegenüber den „harten“ Ergebnissen von Bildungsstatistiken den Vorteil, dass sie in die Tiefe gehen und bspw. informelle Lernstrategien ersichtlich machen. So werden tatsächliche Bildungsverläufe gebildet, wozu Statistiken nicht in der Lage sind. „Subtile, häufig gar nicht intendierte Handlungsmuster entstehen im Prozess individueller Erfahrungsaufschichtung und sind nur fallrekonstruktiv zu identifizieren“ (ebd.: 443).
3. Hoher Gegenstandsbezug und eine „systematische Konfrontation sensibilisierender Konzepte über das Forschungsfeld und den erhobenen Daten“ ermöglichen die Erzeugung von praxisrelevantem Wissen, „das sich in Bildungsinstitutionen umsetzen lässt und auch den Teilnehmern von Bildungsprozessen nützt“ (ebd.)

Aufgrund dieser Vorzüge sind Einzelfallstudien (hier im Bereich der Biographieforschung) laut Alheit/Dausien essentiell für die Weiterentwicklung von Bildungsinstitutionen im Sinne einer „lernenden Gesellschaft“ (ebd.).

Um von dieser generellen Betrachtung von Einzelfallstudien in den Sozialwissenschaften zu Forschungsansätzen im Bereich der „deutschsprachigen Sozialwissenschaft des natio-ethno-kulturell Anderen“ (Mecheril 2003: 34) überzugehen, möchte ich kurz auf die Frage der wissenschaftlichen Repräsentation der „Anderen“ eingehen. Forschungsansätze wie die Gastarbeiterforschung und die Ausländerpädagogik (70er Jahre) übernahmen vorherrschende gesellschaftliche Kategorien des „Eigenen“ und des „Fremden“, was sich nicht nur im Namen selbst, sondern auch in Analyse- und Deutungsweisen niederschlug. So reproduzierten diese Ansätze ein „Wir“ der weißen Mehrheitsgesellschaft und ein „Nicht-Wir“ natio-ethno-kulturell „Anderer“. Auch in der interkulturellen Pädagogik sind diese Kategorien sowie eine Beschreibung der „Anderen“ noch häufig vorzufinden. Diese Kategorisierung sowie die Macht des Beschreibens an sich spiegeln gesellschaftliche Machtverhältnisse wieder und (re-)produzieren durch „objektivierende Einschreibungen“²⁹ und der Annahme, dass wissenschaftliche Analysen zur *Erzeugung sozialer Realitäten* beitragen, Dominanzverhältnisse, Zugehörigkeitssysteme, Kulturalisierungen und Rassismen (ebd.: 33; Mecheril 2002: 105).

Um diesen problematischen Prozessen entgegenzuwirken, gilt es zum einen ein Bewusstsein über die Positioniertheit und die gesellschaftlichen Bezüge und Auswirkungen sozialwissenschaftlicher Forschung aufzubauen, in den Forschungsprozess einzubeziehen und zu reflektieren. Außerdem, und damit schlage ich wiederum den Bogen zu den Vorzügen qualitativ-interpretativer Forschungsmethoden und im Speziellen der Einzelfallanalyse, proklamiert Mecheril insbesondere für Forschungen, die im Kontext von Mehrheits- und Minderheitenverhältnisse verortet sind, qualitative Forschungsmethoden mit induktiver Erkenntnisgenerierung und insbesondere eine „Subjektorientierung“ (2003: 50ff): „Subjektorientierung‘ meint [...], dass die Auslegung von Selbstauskünften danach zielt, Migrationsandere als Handelnde in der Blick zu nehmen, deren Handlungsvermögen sich in den verengenden Möglichkeiten und den produktiven Verhinderungen konstituiert“ (2002: 108).

Die vorliegende empirische Untersuchung bildet in Person von Besrat und ihrem Umgang mit mathematischen Textaufgaben einen abgrenzbaren Fall, welcher vom Kontext der Migration, des Zweitspracherwerbs und der Bildungsbiographie Besrats umrahmt ist. Ich versuche mit der Erhebung

²⁹ Mecheril benennt mit dem Begriff der „objektivierenden Einschreibung“ den Prozess der Prägung von Handlungsweisen, Erfahrungen und Selbstverständnissen (der beschriebenen Gruppe) als Resultat wissenschaftlicher Beschreibungen (2003: 33).

und der Analyse möglichst alle relevanten Aspekte für die Lösung der Textaufgaben heranzuziehen. Dazu gehören:

- Die sprachliche und mathematisch-inhaltliche Gestaltung der Textaufgaben
- Der Sprachstand Besrats
- Besrats mathematisches Vorwissen und ihr Zugang zu Mathematik
- Der institutionelle Rahmen des Mathematik- und Deutschlernens
- Die Konversation bei der gemeinsamen Bearbeitung der Aufgaben

Ich bediene mich dabei unterschiedlicher Erhebungs- und Auswertungstechniken, die unter 7.3, 7.4 sowie unter 9.1 näher beschrieben werden. Die Datenanalyse der gemeinsamen Treffen wurde nach der qualitativen Inhaltsanalyse von Mayring durchgeführt und greift Prozesse der Zusammenfassung, der induktiven Kategorienbildung und Interpretation sowie eine Verknüpfung mit zusätzlichem Explikationsmaterial auf – in diesem Fall die analysierten Textaufgaben, der erhobene Sprachstand und die Bildungsbiographie Besrats (Mayring 2012: 471ff; vgl. Abschnitt 7.4). Im Zuge der Analyse und der Interpretation findet zudem eine Verbindung mit den im ersten Teil der Arbeit herausgearbeiteten theoretischen Grundlagen und Erkenntnissen statt, was - wie oben dargestellt - zentral in der Durchführung von Fallanalysen ist.

Die Ergebnisse der Arbeit haben zwar keinen Anspruch auf Repräsentativität, wie jedoch beschrieben können sie als weiter zu überprüfende Hypothesen verstanden werden. Wie Kapitel 10 zeigt, können mithilfe einer solchen Einzelfallstudie durchaus allgemeine didaktische Schlussfolgerungen gezogen werden.

Reflexion der eigenen Involviertheit im Forschungsprozess

Ein Großteil der Datenerhebung wurde in Form einer gemeinsamen bzw. von mir unterstützten Textaufgabenbearbeitung durchgeführt (vgl. Abschnitte 7.3 und 9.1). Ich nehme somit neben einer forschenden Rolle gleichzeitig die Rolle einer Lehrperson ein und greife aktiv in den Prozess der Aufgabenbearbeitung ein. Ähnliche Formen der Involviertheit in den Forschungsprozess lassen sich in unterschiedlichen methodischen Ansätzen qualitativer Sozialforschung finden, wie beispielsweise der teilnehmenden Beobachtung und Ethnographie (vgl. Lüders 2012) oder der Aktions- und Praxisforschung im Bereich der Unterrichtsforschung (vgl. Boeckmann 2006). Abgesehen von diesen und ähnlichen Forschungsansätzen, in denen Forscher_innen eine Doppelrolle einnehmen und durch einen aktiven Eingriff in die Erhebung der Daten diese stark beeinflussen, ist jedoch bei wissenschaftlicher Forschung generell nie von einer Objektivität des/r Forscher_in auszugehen: „Jede Beobachtung, Deutung, Beschreibung wird von einem spezifischen (Subjekt-) »System« mit neuronaler, kognitiver, kultureller, sozialisatorischer etc. Charakteristik bzw. Vorgeschichte sowie von

einem spezifischen »Standpunkt« (im weiten Sinn räumlich und zeitlich) aus vorgenommen und ist durch diese System- und Standpunktmerkmale gekennzeichnet“ (Lettau/Breuer: 2007: o.S.). Trotz der ontologischen Strukturgleichheit zwischen Beobachter_in/Interviewer_in/Forscher_in (epistemisches Subjekt) und beobachteter, interviewter, oder beforschter Person (epistemisches Objekt) kommt es durch Übereinkunft zu einer klaren Rollenverteilung mit einer Entscheidungsmacht über diverse Aspekte auf Seiten des epistemischen Subjekts: Der/die Forscher_in entscheidet den Grad an Reflexion der eigenen Standortgebundenheit, die Berücksichtigung der erwähnten Subjektivität innerhalb des Forschungs- und Analyseprozesses sowie die damit verbundene Auswahl an Erhebungsmethoden und Analyseinstrumenten und letztlich die zur Analyse herangezogenen Daten (ebd.). Lettau und Breuer drücken diese besondere Beziehung der Forschungsbeteiligten folgendermaßen aus:

„Beide sind Humanwesen bzw. Personen, beide zeichnen sich u.a. durch Fähigkeiten des reflexiven Nachdenkens über soziale Situationen und eigenes Handeln darin aus. [...] Beide reagieren – offen und verdeckt – auf verschiedenen Ebenen und unterschiedliche Weisen aufeinander, sie beziehen ihr Denken, Handeln, ihre Affekte und ihr Kommunizieren aufeinander, sie interagieren, entwickeln eine soziale Beziehung. Demgegenüber wird nur ein schmaler Ausschnitt des Denkens und/oder Handelns (Verhaltens, Reagierens) des Objekts forscherseits fokussiert und als für das Untersuchungsanliegen interessantes bzw. relevantes Datum beobachtet, registriert, gemessen, protokolliert. Der Forscher oder die Forscherin expliziert Annahmen (Hypothesen) darüber, welche Bedingungen für das Auftreten der fokussierten Reaktionen seines oder ihres Objekts ausschlaggebend sein können.“ (ebd.)

Um sich dieser forscherseitigen Einflüsse bewusst zu werden und darüber hinaus einen Nutzen aus diesen Einflüssen zu ziehen, schlagen Lettau und Breuer einen methodischen Entwurf vor, welcher sowohl Interaktivität als auch Subjektivität miteinbezieht (ebd.). In diesem Zusammenhang können durch folgende Fragen positive Effekte auf den Forschungs- und Selbstreflexionsprozess zustande kommen: „Auf welchem Wege und in welcher Position/Rolle komme ich in Berührung mit meinen Untersuchungspartnern? Welchen »Reizwert« besitze ich für die Akteure des Untersuchungsfelds? Wie verändert sich das im Laufe der Zeit – etwa bezüglich Vertrauen, Expertise, Affiliationen, Parteinahme? Wie wird das Verhältnis von den Beteiligten wahrgenommen? Und wie können Lesarten dessen zur Gewinnung von Erkenntnis über Eigenschaften und Strukturen meines Gegenstands, meines Forschungsthemas beitragen?“ (ebd.) Im Rahmen der Reflexionen der stattgefundenen Treffen (vgl. Abschnitt 7.3.3) wurden an das Forschungsinteresse und die Forschungssituation angepasste Fragestellungen einbezogen.

7.3 Durchführung der Erhebung

In diesem Abschnitt werden die unterschiedlichen Schritte im Planungs- und Durchführungsprozess des Forschungsprojektes geschildert. Die Datenerhebung fand im Herbst 2016 im Rahmen von Besrats Vorbereitung auf die Pflichtschulabschlussprüfung statt.

7.3.1 Planungsprozess

Infolge von Unterrichtsbesuchen und Gesprächen mit Trainer_innen bei PROSA konnte ich eine gewisse Zurückhaltung von weiblichen Kursteilnehmer_innen wahrnehmen, was für die Untersuchungsteilnahme (einer oder mehrerer) weiblicher Kursteilnehmerinnen sprach, um diese Gruppe zu unterstützen und durch die Förderung zu einer Stärkung des Selbstbewusstseins beizutragen. Die Eingrenzung auf eine Person erfolgte aufgrund meiner Überlegungen zum Umfang der zu erhebenden und auszuwertenden Daten sowie einer Entscheidung zur Intensivierung der Untersuchung mit einer Person anstelle einer weniger in die Tiefe gehenden Untersuchung mit mehreren Personen. Um die Analyse fundierter kontextualisieren zu können, habe ich mich zudem für eine Beschreibung des Sprachstandes sowie zu einem Interview zur Bildungsbiographie entschieden.

Letztlich habe ich mit Mathematiklehrkräften informelle Expert_innengesprächen geführt, um Informationen über mögliche Untersuchungsteilnehmer_innen zu erheben und die Gruppe der potenziellen Teilnehmer_innen einzugrenzen und Anforderungen zu definieren. Ich habe mich bei der Auswahl an folgenden Kriterien orientiert:

4. *Welche Schülerinnen brauchen sprachliche Unterstützungen im Rahmen der Vorbereitung auf die Prüfung?*
5. *Gibt es Schülerinnen, die zwar mathematisch (rechnerisch-operativ) sehr gut sind, jedoch oftmals am Verständnis der Aufgaben scheitern?*

Im Dialog mit Lehrkräften wurde eine Schülerin gefunden, auf die diese Kriterien zutrafen. Der Schülerin wurde das Forschungsvorhaben, das dahinterliegende Interesse sowie der weitere Prozess erklärt und um Einverständnis gefragt.

Vor den vereinbarten Treffen habe ich mir Überlegungen zum Ablauf und der Auswahl der Aufgaben gemacht, wobei mir eine flexible Gestaltung für mögliche Veränderungen wichtig war, wie der folgende Abschnitt verdeutlicht.

7.3.2 Auswahl der Textaufgaben

Die Auswahl der Textaufgaben sollte folgende Aspekte umfassen, um eine möglichst umfassende Einsicht in die Bearbeitung verschiedener Aufgaben bekommen zu können:

6. Unterschiedlicher sprachlicher Schwierigkeitsgrad
7. Relevanz im Rahmen der Vorbereitung auf den Pflichtschulabschluss
8. Verschiedene mathematische Schwierigkeitsgrade
9. Unterschiedliche Länge der Aufgaben
10. Unterschiedlich ausgeprägter Einsatz von Visualisierungen
11. Der mathematische Stoff der Aufgaben ist Besrat bereits bekannt

Ich habe mich dafür entschieden, Besrat selbst eine Aufgabe in die erste Sitzung mitbringen zu lassen, mit der sie Schwierigkeiten hat und die sie gerne mit mir bearbeiten würde. Nachdem es sich bei dieser Aufgabe um eine adaptierte Prüfungsaufgabe handelte, die mit 4 Teilaufgaben sehr lang und (sprachlich wie mathematisch) sehr komplex war, kam es zu Überforderungen und es wurde eine übermäßige Unterstützung meinerseits notwendig (vgl. Abschnitt 3.3.1.). Ich habe in diesem Treffen einen Eindruck von Besrats Sprachstand und ihrem mathematischen Niveau bekommen und konnte so den folgenden Prozess weiterplanen. Eine Reduktion von Aufgabenlänge sowie sprachlicher und mathematischer Schwierigkeit für die folgenden Fördereinheiten lag daher nahe.

Durch Dokumentation und Reflexion nach jeder Sitzung wurde so die Wahl der Aufgaben für die folgende Sitzung getroffen.

In Anhang 4 findet sich eine Übersicht aller bearbeiteten Aufgaben im Laufe der Erhebungsphase. Im Analyseteil der vorliegenden Arbeit kann aufgrund des Umfangs nur eine Auswahl dieser Aufgaben genauer betrachtet werden.

7.3.3 Ablauf der Treffen

Ich habe mich für eine intensive gemeinsame Arbeit, die mit einem Förderunterricht oder einer Einzelnachhilfe verglichen werden kann, entschieden. So hat im Rahmen der Erhebung eine Interaktion zwischen Besrat und mir stattgefunden, ich habe also eine aktive Rolle in der Forschung eingenommen. Meine Rolle bestand dabei darin, unterstützend durch Fragen oder Hilfestellungen wie Umformulierungen, Visualisierungen oder Hinweise einzugreifen. Ich habe mich für dieses Setting entschieden, um über den gemeinsamen, interaktiven Prozess die kognitiven und sprachlichen Vorgänge besser nachvollziehen zu können und Schwierigkeiten im Lösungsprozess über das Gespräch und dessen Analyse herauszufinden. Bei einer bloßen Beobachtung der Aufgabenbearbeitung wären hingegen Aspekte, die im Gesprächsprozess zutage getreten sind, nicht erkennbar gewesen. Zudem habe ich dieses Vorgehen einer Testsituation vorgezogen, welches durch Zeit- und Leistungsdruck gekennzeichnet ist. Das offene Setting der Einzelförderung garantierte eine zeitliche Flexibilität sowie die Möglichkeit, jederzeit Fragen zu stellen oder Vermutungen bestätigen zu lassen und somit eine

Entwicklung von Gedanken und kognitiven Prozessen. Inwiefern ich im Lösungsprozess beteiligt war, wird bei der Analyse der Gespräche mitberücksichtigt.

Es hat sich im Laufe der Sitzungen ein Kreislauf abgezeichnet, der sich folgendermaßen darstellen lässt:

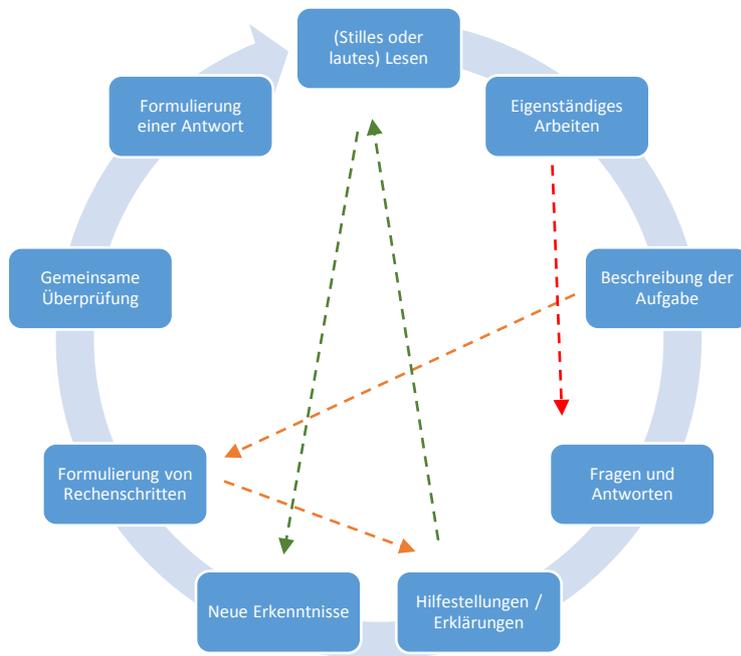


Abbildung 8: Interaktionszyklus bei der gemeinsamen Bearbeitung von Textaufgaben

Nachdem die Aufgabe von Besrat (still oder laut) gelesen wurde, bearbeitete sie diese zunächst selbst ohne dabei Hilfestellungen von mir zu bekommen. Nachdem wir anfänglich meist direkt mit einer Formulierung von Fragen zum Text begonnen hatten, wurde der Schritt der Beschreibung der Aufgabe in eigenen Worten nach eigenständiger Auseinandersetzung mit dem Text zugefügt. Durch mehr Zeit zur eigenen Bearbeitung der Aufgaben konnte eine (notwendige) genaue Beschäftigung mit dem Text und eine überlegte Formulierung von Fragen stattfinden, was in den ersten beiden Sitzungen noch weniger der Fall war und direkt eine Klärung unbekannter Wörter stattfand. Der Beschreibung der Aufgabe kam insofern eine wichtige Rolle zu, als dass hierbei gewissermaßen das Textverständnis und das von Besrat gebildete mentale Modell der Situation ersichtlich wurde und mir einen detaillierten Einblick in ihre Arbeitsprozesse ermöglicht hat. Daraufhin habe ich versucht, zur Beantwortung der Unsicherheiten mit dem Text durch Fragen und Hinweise beizutragen. Weitere Hilfestellungen umfassten bspw. Hinweise auf bestimmte Aspekte im Text oder der Einsatz von Visualisierungen. Teilweise wurde auch deutlich, dass gewisse Erklärungen (sprachlich sowie zur Unterstützung kognitiver Aktivitäten) notwendig wurden. Diese nicht zu ausführlich zu gestalten und vielmehr zu versuchen, Besrat durch Hilfestellungen selbst zu den Erklärungen zu führen, war dabei stets ein Anliegen. Dass dieser Kreislauf nicht immer in dieser Abfolge erfolgte, zeigen Sprünge, wie mit den Pfeilen in der Mitte des Kreises angedeutet wird. Es kam durchaus vor, dass eine Beschreibung der

Aufgabe in eigenen Worten aufgrund von Schwierigkeiten mit dem Text nicht ohne vorgeschobene Fragen möglich war, ebenso kam es auch im Zuge der Beschreibungen der Aufgabe bereits zur direkten Ableitung von Rechenschritten. Für das methodische Vorgehen der Analyse bedeutet dies, dass im Lösungsprozess kein chronologischer Ablauf bestimmter Schritte anzunehmen ist, sondern Textverständnis, mathematisches Verständnis und kognitiv-logische Aktivitäten in unterschiedlichem Maße sowie in verschränkter Form an verschiedenen Stellen im Lösungsprozess auftreten. Ein Heranziehen des Aufgabentextes und die Klärung des Textverständnisses kamen so potentiell zu jedem Moment der Aufgabebearbeitung vor.

Der Ablauf der Sitzungen wurde ebenfalls flexibel gestaltet und mithilfe der Reflexionen von Sitzung zu Sitzung angepasst. Es standen dabei folgende Überlegungen im Vordergrund:

1. Sprachanteile: Wer spricht wieviel und weshalb?
2. Welche Rolle habe ich in der Interaktion? Wie kann die Förderung besser gestaltet werden?
3. Welche Zeit wird zur eigenen und gemeinsamen Bearbeitung der Aufgaben verwendet?
4. Hat der Rahmen gepasst (Ort und Dauer)?

7.4 Arbeitsschritte von der Erhebung zur Auswertung

Auf dem Weg von der Datenerhebung zur Interpretation der Ergebnisse wurden verschiedene Arbeitsschritte realisiert, um letztlich zu einer Beantwortung der Forschungsfrage zu kommen (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Arbeitsschritte auf dem Weg zur Datenanalyse und Interpretation

Arbeitsschritte	Beschreibung
1. Datenerhebung	5 Treffen à 90 Minuten; vgl. 1.2.; Tonaufnahmen und Fotografien Besrats Aufschriebe (vgl. Anhang 3); vgl. Abschnitt 7.3.
2. Reflexionen	Modifizierungen der Sitzungen mithilfe von Reflexionsbögen; vgl. Abschnitt 7.3.3.
3. Sequenzprotokolle	Tabellarische Inhaltsbeschreibung der Sitzungen anhand der Tonaufnahmen und Fotografien Besrats Aufschriebe
4. Zusammenfassungen der Treffen	Zusammenfassung der Sitzungen mithilfe von Leitfragen
5. Auswahl der Textaufgabenbearbeitungen für die Analyse	Durchsicht der Sequenzprotokolle und Zusammenfassungen zur Auswahl ergiebiger Beispiele; vgl. Abschnitt 9.1.
6. Transkription	Transkription von aussagekräftigen Passagen; vgl. Abschnitt 9.1.
7. Sprachliche und mathematische Analyse der Textaufgaben	Systematische Analyse schwierigkeitsgenerierender Aspekte in den ausgewählten Textaufgaben; ausführlicher unter 9.1; vgl. Abschnitte 9.2.1.; 9.3.1.; 9.4.1.
8. Analyse des Bearbeitungsprozesses der Textaufgaben	Analyse der Treffen anhand der Transkripte, Sequenzprotokolle und Sitzungszusammenfassungen. Anwendung der Analyseinstrumente und folgende Deutung der Ergebnisse; ausführlicher unter 9.1; vgl. 9.2.2.; 9.3.2.; 9.4.2.
9. Interpretation der Ergebnisse	Zusammenführung und Interpretation der Ergebnisse; vgl. Abschnitt 9.5.

Die Arbeitsschritte wurden in der dargestellten Reihenfolge zwischen Oktober 2016 und August 2017 durchgeführt. An dieser Stelle soll ein kurzer Blick auf die Sequenzprotokolle und die Zusammenfassungen der Treffen geworfen werden, die für die weitere Analyse der Daten eine wichtige Grundlage darstellen.

Sequenzprotokolle

Die Erstellung der Sequenzprotokolle diente einer Übersicht über die erhobenen Daten (*Beschreibung der Sequenz*). Darüber hinaus habe ich bereits an dieser Stelle sprachliche Besonderheiten in den Daten hervorgehoben und eine Einordnung der auftretenden Schwierigkeiten vorgenommen. Ich habe dabei unterteilt in *Besonderheiten im sprachlichen Ausdruck*, *Besonderheiten in der Interaktion/Hörverstehen*, *Schwierigkeiten in der Textrezeption*, *Herausforderungen in der Textproduktion* und *Probleme im mathematischen Verständnis und der Rechenoperation*. Die Schwierigkeiten in der Aufgabenbearbeitung wurden im finalen Analyseschritt ausdifferenziert, wobei ich die Vorstrukturierung der Sequenzprotokolle herangezogen habe. Im Zentrum der Sequenzprotokolle stehen so die Inhaltsbeschreibungen für eine Orientierung in den Daten sowie eine Hervorhebung von Auffälligkeiten und deren erste Einteilung in die genannten Kategorien (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Ausschnitt aus dem Sequenzprotokoll vom 01.11.2016

Zeit	Aufgabe	Beschreibung der Sequenz	Besonderes Ereignis	Sprachlicher Ausdruck	Hörverstehen	Textrezeption	Textproduktion	Rechnung / Mathematisches Verständnis
<i>Textaufgabe: „Blumenkästen“ (Achleitner/Ratzberger-Klampfer/Weikinger 2011: 1148, S. 191)</i> <i>Frau Lustig will auf ihrem Balkon Blumenkästen befestigen. Sie hat Platz für 3 Kästen ($a = 80\text{ cm}$, $b = 20\text{ cm}$, $c = 25\text{ cm}$). Wie viel Blumenerde muss sie einkaufen, wenn sie am Boden eine 1-cm-Sandschicht einfüllt und 3 cm unter dem Rand mit dem Befüllen aufhört.</i>								
00:00:00	„Blumenkästen“ (01.11. Aufgabe 1)	Vorlesen der Aufgabe						
00:02:00 00:03:00		Klärung unbekannter Wörter	Unb. Wörter: Blumenerde Befüllen Sandschicht			Blumenerde, Blume ist bekannt, Erde auch, Verständnis nach Hinführung S, Kompositum Befüllen S, Deverbativ		

Zusammenfassungen der Treffen

Die Zusammenfassungen (vgl. zur Veranschaulichung einen Ausschnitt in Abbildung 9) wurden anhand folgender Fragen zur Übersichtlichkeit der erhobenen Daten und der folgenden Auswahl der zu analysierenden Textaufgaben sowie zu einer Grundlage für die Analyse der Treffen erstellt.

1. Welche Aufgaben wurden bearbeitet? (Mathematisches Thema, Sprachlicher Anspruch grob)

- II. *Wie bewältigte B. im Allgemeinen die Aufgaben?*
- III. *Worin lagen zusammengefasst die Schwierigkeiten?*
- IV. *Welche Aspekte sind bezüglich der Textkompetenz hervorzuheben?*
- V. *Welche Aspekte sind in Bezug auf mathematische Kompetenzen hervorzuheben?*
- VI. *Wie wurde mit Herausforderungen im Text umgegangen?*
- VII. *Wie lief die Interaktion zwischen B. und mir ab? Gab es Besonderheiten beim Hörverstehen?*
- VIII. *Welche Aspekte sind bezüglich des sprachlichen Ausdrucks hervorzuheben?*
- IX. *Gibt es weitere wichtige Punkte in diesem Treffen?*

Grundlage für die Zusammenfassungen sind die Aufnahmen bzw. die Sequenzprotokolle der Aufnahme, die Aufschriebe Besrats sowie meine Reflexionsprotokolle.

...Die Aufgabe wurde von Besrat aus dem Pflichtschulabschlussvorbereitungskurs selbst mitgebracht. Die Bearbeitung der Aufgabe war aufgrund ihrer sprachlichen und inhaltlichen Komplexität sehr herausfordernd und nahm auch aufgrund der fünf Teilaufgaben die gesamte Förderstunde (90 Minuten) ein. Die Fördereinheit begann mit dem **lauten Vorlesen der Aufgabe** und setzte direkt mit der **Klärung unverständener Stellen** im oberen Teil der Textaufgabe fort. Dabei wurde auch immer wieder versucht, den **Text in eigene Worte zu fassen**. Nach den Rechenoperationen inklusive Korrektur kam es zur **mündlichen Formulierung eines Antwortsatzes** und letztlich zur **Verschriftlichung des Antwortsatzes**, ebenfalls mit gleichzeitiger Korrektur. Dieser Ablauf wiederholte sich bei der Beantwortung aller Teilaufgaben.

Da es zur Beantwortung der Teilaufgaben zunächst eines genauen Verständnisses der beschriebenen Situation bedurfte und der Abschnitt voller Informationen steckte, dauerte diese Phase bis zur Modellierung der Rechnung zu Frage a) über 20 Minuten. Nach der ersten Lektüre und Klärung einiger Wörter konnte die Aufgabe noch nicht verstanden werden...

Abbildung 9: Ausschnitt aus einer Zusammenfassung des Treffens vom 31.10.2016

8 Kontextualisierung der Fallstudie: Institutionelle und individuelle Hintergründe des Sprachen- und Mathematiklernens

In diesem Kapitel beschreibe ich zunächst die Bildungsinstitution, in dessen Rahmen das Sprachen- und Mathematiklernen von Besrat in Österreich zur Zeit der Erhebung stattfand. Daraufhin wird die Bildungsbiographie Besrats mit Fokus auf das Mathematik- und Sprachenlernen näher beleuchtet. Der Blick auf Besrats bisheriges schulisches Lernen und dabei auf das Mathematiklernen sowie Besrats Zugang zu Mathematik liefert wichtige Hintergrundinformationen für die Interpretation der Ergebnisse. Die Sprachbiographie Besrats ist insofern spannend, als dass dabei der derzeitige Sprachstand im Deutschen durch die Ebene bisheriger Sprachlernerfahrungen und damit verbundener erworbener metakognitiver (Lern-)Strategien ergänzt werden kann. Die Sprachstandsbeschreibung erfolgt mithilfe der Tonaufnahmen und dem Diagnoseverfahren USB DaZ. Wie im Theorieteil dieser Arbeit herausgearbeitet wurde, hat der Sprachstand von Zweitsprachenlernenden einen entscheidenden Einfluss auf die Bearbeitung von Textaufgaben, weshalb die Beschreibung Besrats Sprachstand essentiell für die Auswertung der Daten ist.

8.1 Der institutionelle Rahmen: PROSA - Projekt Schule für Alle!

Durch den direkten Einstieg in das Bildungsprogramm von PROSA zwei Monate nach der Ankunft in Österreich, spielte sich das schulische Lernen Besrats bis zum Zeitpunkt der Untersuchung in Österreich ausschließlich innerhalb dieses Bildungsprojektes ab, weshalb sich ein kurzer Blick auf dessen Entstehung und inhaltliche wie pädagogische Ausrichtung lohnt³⁰.

Aufgrund des erschwerten Zugangs geflüchteter Menschen in das öffentliche Bildungswesen ab Vollendung des Pflichtschulalters von 15 Jahren sowie dem Mangel an Kursangeboten gründete sich im Jahr 2012 das *Projekt Schule für Alle! – PROSA*³¹ aus einer politisch motivierten, zivilgesellschaftlichen Initiative heraus. Das Bildungsprojekt bietet einen fließenden Übergang von der Basisbildung hin zur Vorbereitung auf den Pflichtschulabschluss mit einer individuellen, modularen Stundenplangestaltung, wobei die verschiedenen Unterrichtsfelder zwei- bis vierstufig angeboten werden. Je nach Lerngeschwindigkeit können nach 3 bis 6 Semestern die Pflichtschulabschlussprüfungen (auch sukzessive) an einer öffentlichen Prüfungsschule abgelegt werden. Als akkreditierte Basisbildungseinrichtung orientiert sich das Bildungsprogramm an den Richtlinien für Basisbildungsprogramme der Initiative Erwachsenenbildung (BMBF 2014), sowie am Curriculum zum erwachsenengerechten Pflichtschulabschluss (BMBF o.J.).

Das Bildungsprojekt wurde im Sommersemester 2017 von über 140 Schüler_innen besucht, die neben den angebotenen Kursen auch sozialarbeiterische Unterstützung am Schulstandort in Anspruch nehmen können. Die Kurse werden zudem von einem auf Ehrenamtlichkeit beruhenden Lernraum begleitet, der mehrmals wöchentlich stattfindet. Inzwischen konnten über 80 junge Menschen den Pflichtschulabschluss mithilfe von PROSA positiv absolvieren.

Der individuelle Kontext Besrats wird in der folgenden Datenanalyse mitberücksichtigt, wobei insbesondere Besrats Sprachstand ein wichtiger Referenzpunkt zur Interpretation der Schwierigkeiten mit den Textaufgaben darstellt.

8.2 Besrats Bildungsbiographie

Anhand des einstündigen, leitfadengestützten Interviews³² (vgl. Anhang 2) wird im Folgenden die Bildungsbiographie Besrats mit Fokus auf folgende Aspekte kurz umrissen: *Schulbesuch in Äthiopien*

³⁰ Durch meine Tätigkeit im Projekt seit Projektgründung bin ich mit dessen Geschichte und didaktischen, pädagogischen und inhaltlichen Ausrichtungen vertraut und greife hier auf meine eigenen Erfahrungen zurück.

³¹ Trägerverein ist *Vielmehr für Alle – Verein für Bildung, Wohnen und Teilhabe*. Nähere Infos unter www.vielmehr.at

³² Es handelt sich um ein teilstandardisiertes, biographisches Interview (vgl. Hopf 2009; Marotzki 2009). Allgemeine biographische Aspekte der individuellen Bildungsgeschichte, spezifische Fragen der mathematischen Bildung in Schulkontexten, die persönlichen Lernerfahrungen und der persönlichen Einstellung zu mathematischen Inhalten im Kontext der Bildungsbiographie standen im Zentrum des Interviews. Das Interview wurde aufgezeichnet und transkribiert. Die Transkriptionsregeln finden sich in Anhang 1.

(I.), Sprachbiographie (II.), Migration und (Bildungs-)Situation in Österreich (III.), Mathematische Bildung und Zugang zu Mathematik (IV.)

I) Schulbesuch in Äthiopien

Besrat ist in Äthiopien in einem Dorf 350 km entfernt von Adis Abeba aufgewachsen. Mit sechs Jahren kam sie in eine private Schule, die sie bis zum achten Schuljahr besuchte. Auf eigenen Wunsch hin wechselte sie im neunten Schuljahr in eine öffentliche Schule, mit der sie jedoch weniger zufrieden war. Neben großen Klassen und unfreundlichen Lehrer_innen störten sie ihre unkonzentrierten und eingebildeten Mitschüler_innen. Die Unterrichtssprache wechselte im siebten Schuljahr von Amharisch auf Englisch. Besrat beendete die Schule aufgrund der Migration nach Österreich nach positivem Absolvieren der elften Klasse ein Jahr vor dem Maturaabschluss.

Als wichtiger Aspekt Besrats Schulzeit in Äthiopien ist ihr Sprechverhalten in der Schule hervorzuheben. Sie habe sehr wenig in der Schule gesprochen, da ihre Lehrer_innen kaum auf Fragen eingegangen sind. Aus einem kurzen Gespräch mit Besrats Schwester ging zudem hervor, dass das Sprechverhalten von Frauen im öffentlichen Raum in Äthiopien durch Zurückhaltung und sehr leises Sprechen gekennzeichnet ist, was Besrats Schüchternheit und Ängstlichkeit im Kurs erklären würde.

II) Sprachbiographie

Besrats Erstsprache ist Amharisch, welches auch Amtssprache Äthiopiens ist. In Oberschulen wird in Äthiopien auf Englisch unterrichtet, Besrat hatte nach eigenen Angaben bereits ab dem siebten Schuljahr Unterricht auf Englisch in allen Fächern. Das Englische ist in Äthiopien zwar Unterrichtssprache, wird aber außerhalb von Bildungsinstitutionen kaum gesprochen. So ist Englisch für Besrat eine Fremdsprache, welche sie erst mit der Oberstufe intensiv zu lernen begann.

Vor Besrats Ausreise nach Österreich besuchte sie einen 4-monatigen Deutschkurs am Goethe-Institut in Adis Abeba. In Österreich setzte sie das Deutschlernen zunächst für zwei Monate zuhause und durch Unterstützung ihrer Schwester fort, bevor sie den Basisbildungskurs bei PROSA begann.

III) Migration und Bildungssituation in Österreich

Besrat ist im Februar 2015 in Österreich angekommen und hat hier nach langer Zeit ihre Mutter und ihre Schwester wiedergetroffen. Nach zwei Monaten startete sie einen Basisbildungskurs bei PROSA, wo sie bis zum Abschluss der Pflichtschulprüfung 2016 Kurse besuchte.

Durch die Migration haben sich einige Veränderungen in Besrats Einstellung zum Lernen ergeben: Sie lerne nun lieber, sei motivierter und habe mehr Spaß am Lernen und traue sich mehr zu sprechen. Das

liege unter anderem daran, dass sie weniger abgelenkt ist und im Unterricht mehr auf Fragen eingegangen wird.

Zum Zeitpunkt des Interviews war es Besrats Ziel, nach positivem Abschluss der Pflichtschulabschlussprüfungen ihren Bildungsweg am Gymnasium fortzusetzen. Inzwischen hat sie ihre Pflichtschulabschlussprüfungen erfolgreich bestanden und besucht das Abendgymnasium in Wien. Der Wunsch, Architektin zu werden, hat sich inzwischen aufgrund der neuen Umgebung mit neuen Herausforderungen zum Berufswunsch Krankenschwester verändert.

IV) Mathematische Bildung und Zugang zu Mathematik

Mathematiklernen in einer anderen Sprache als der Erstsprache ist durch den englischsprachigen Mathematikunterricht in Äthiopien ab der siebten Schulstufe nichts Neues für Besrat. Sie beschreibt Mathematik auf Englisch und auf Deutsch als gleichermaßen herausfordernd. Ferner hat Besrat bereits einen Großteil des hier behandelten Stoffes in Äthiopien gelernt.

Besrat beschreibt Mathematik als eines ihrer Lieblingsfächer neben Gemeinschaftskunde (*civics education*) und Geschichte sowohl in Äthiopien als auch in Österreich bei PROSA neben Deutsch. An Mathematik macht ihr besonders das Nachdenken und die Herausforderung Spaß, sowie die Möglichkeit der Überprüfung der Antworten.

Die Bearbeitung von Textaufgaben fällt Besrat durch das Vorkommen vieler neuer Wörter besonders schwer, wohingegen sie bei der Partizipation am Unterricht und der mündlichen Mitarbeit keine Schwierigkeiten sieht: „Manchmal ich gehe an die Tafel und ich präsentiere für meine Freunde.“ (I: 00:55:07-6). Fehler beim Rechnen kämen nur vor, wenn sie nicht konzentriert sei. Mit Divisionen habe sie dabei am meisten Schwierigkeiten. Besrat erkennt zudem den Nutzen und die Wichtigkeit von Mathematik im Alltag: „Mathe ist wichtig für alle!“ (I: 00:57:35-5)

8.3 Besrats Sprachstand im Deutschen

Besrats Sprachstand wird im Folgenden mithilfe der unterrichtsbegleitenden Sprachstandsdiagnose (USB DaZ; vgl. Fröhlich/Döll/Dirim 2014; Döll/Heller 2014) beschrieben³³. Basis für die Beschreibung der erreichten Erwerbsstufen sind die im Rahmen der Erhebung entstandenen Tonaufnahmen, sowie der schriftlichen Antworten im Rahmen der Sitzungen für den Bereich der Textkompetenz und Orthographie. Da hierbei sehr häufig die Ausgangstexte die Vorlage für die Formulierung der Antwort lieferten, sind sowohl hinsichtlich orthografischer als auch bezüglich der schriftlichen Kompetenzen nur eingeschränkte Aussagen möglich. Beim Beobachtungsbogen USB DaZ werden die unterschiedlichen erworbenen Stufen bei ihrem Auftreten angekreuzt, wobei teilweise ein erster

³³ Der ausgefüllte Erhebungsbogen findet sich in Anhang 5.

Gebrauch der jeweiligen sprachlichen Handlung und manchmal eine überwiegend sichere Verwendung zu beobachten sein muss. Das Verfahren vermag somit zu diagnostizieren, welche Schritte des Spracherwerbs bereits gegangen wurden und welche noch zu bestreiten sind. Durch diese Ermittlung des Sprachstandes in unterschiedlichen sprachlichen Bereichen lassen sich Fördermaßnahmen ableiten. Dem Beobachtungsverfahren liegt ein Kompetenzstrukturmodell zugrunde, welches sich an den Basisqualifikationen nach Ehlich³⁴ orientiert. Dabei wird jedoch nicht auf rezeptive literale und morpho-syntaktische Fähigkeiten sowie phonische Fähigkeiten in Rezeption und Produktion eingegangen. Abbildung 10 zeigt die mit USB DaZ beschriebenen sprachlichen Bereiche.

Zwar können die Lesefähigkeiten hiermit nicht genauer beschrieben werden und eine Erhebung der Lesefähigkeiten konnte aufgrund des Umfangs im Rahmen dieser Untersuchung nicht durchgeführt werden. Eine Orientierung an den mündlichen Kompetenzen liefert jedoch eine für die vorliegende Arbeit ausreichende Grundlage für eine grobe Einschätzung des Sprachstands.

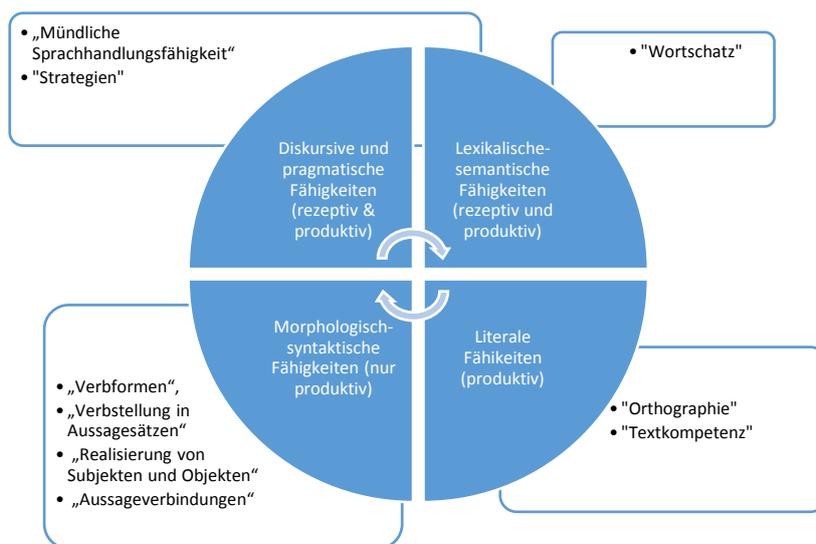


Abbildung 10: Kompetenzbereiche in USB DaZ

Besrats Sprachstand im Deutschen wird im Folgenden entlang der Beobachtungsbereiche von USB DaZ mit Beispielen aus den Aufzeichnungen verdeutlicht.

a) *Verb: Verbformen*

Im Bereich der Verbformen konnte bei Besrat bereits ein fortgeschrittener Erwerb beobachtet werden. So verwendete sie zum Zeitpunkt der Erhebung mit dem Präsens, dem Partizip ohne Hilfsverb, dem

³⁴ Die von Ehlich beschriebenen Basisqualifikationen umfassen folgende Bereiche: Rezeptive & produktive phonische Qualifikation; pragmatische Qualifikation 1 & 2; Semantische Qualifikation; Morphologisch-syntaktische Qualifikation; diskursive Qualifikation; literale Qualifikation (vgl. Ehlich 2005).

Perfekt, dem Präteritum von „sein“ und dem Futur fünf der sechsen möglichen Tempora. Bei der *Verbkonjugation (Person & Numerus) bewegte sich Besrat auf der vierten Stufe (2. Person Sg. ODER 3. Person Pl. ODER 1. Person Pl.)*, wobei vor allem der Gebrauch der 2. Person Singular beobachtet werden konnte. Im Bereich *Genus Verbi* wurde nur der aktive Gebrauch von Verben beobachtet.

„Wenn ich diese Prüfung gut geschafft, ich werde gehen Gymnasium. Das ist meine Ziel. Ja.“ (I: 00:24:02)

b) *Verb: Verbstellung in Aussagesätzen*

Bei der Beobachtung der Verbstellung in Aussagesätzen ist ein sicherer Gebrauch bis hin zur Verbkammer I zu erkennen, in Nebensätzen steht das Verb noch meistens hinter dem Subjekt, vereinzelt jedoch auch am Ende. Im Schriftlichen wird dieses Phänomen jedoch besser beherrscht.

„Hier kann man etwas/ darf man hier etwas sagen und ja in mein Land kann man nicht [...] sagen.“ (I: 00:28:33)

„Hier ist besser als das, weil, wenn ich nicht versteht, [...] ich frage einfach, ja.“ (I: 00:42:59)

c) *Nomen: Realisierung von Subjekten und Objekten*

Bei der Realisierung von Subjekten und Objekten, die sich vor allem durch eine korrekte Flexion von Artikel und Nomen ausdrückt, konnte bei Besrat eine überwiegend korrekte Realisierung von Subjekten und Akkusativobjekt beobachtet werden. Dativobjekte wurden in den aufgezeichneten Gesprächen nicht festgehalten, jedoch verwendete Besrat an verschiedenen Stellen Präpositionalergänzungen im Dativ, wie an folgenden Beispielen zu erkennen ist.

„Ja mein Gefühl ist gut, weil ich habe meine Mutter und meine Schwester gefunden. Und ich habe lange Zeit ich habe nicht gesehen. Ja das war/ ich habe [...] gut gefühlt.“ (I: 00:17:38)

„Ja in meinem Land meine Lieblingsfach ist Mathe und [...] „civic“?“ (I: 00:38:11)

„Zuhause ich bin/ [4] Mein Vater immer ein bisschen etwas lernen mit meinem Vater. Und [...] Die Nummer und Buchstabe A bis Z. Und ja. [...] Aber das war ist schwierig.“ (I: 00:05:16)

d) *Aussageverbindungen*

Besrat verwendete sehr sicher Konjunktionen wie „und“, „(und) dann“, „aber“, „oder“ und „weil“. Auch verwendete sie bereits einfache subordinierende Satzverbindungen mit korrekter Verbstellung und hat somit die vorletzte Stufe in diesem Beobachtungsbereich erreicht.

„Hier ist besser als das, weil, wenn ich nicht versteht, [...] ich frage einfach, ja. Und [12] Es gibt hier besser. [6] In die Klasse auch, nicht so viel. Kann man gut lernen. Ja.“ I: 00:42:59

e) *Wortschatz (Sekundarstufe 1)*

Es wurde in diesem Beobachtungsbereich die Beschreibung für die Sekundarstufe I. verwendet, welche sich im Vergleich zur Primarstufe durch einen elaborierteren Wortschatz auf den einzelnen Stufen auszeichnet (vgl. Anhang 5). Im Bereich des produktiven Wortschatzes im Deutschen lässt sich Besrats Sprachstand am Übergang zwischen Alltags- und Grundwortschatz beschreiben. Sie beherrschte und verwendete somit regelmäßig und souverän Wörter, die in Alltagssituationen vorkommen, wie „Unterricht“ (Interview: #00:10:50-6#), „Buchstabe“ (I: 00:05:16) oder „Privatschule“ (I: 00:10:12). Im rezeptiven Bereich konnte ein Verständnis bis zum Übergang zum Aufbauwortschatz erkannt werden, welcher bildungssprachliche Lexik wie „interpretieren“, „argumentieren“ oder „Oxidation“ beinhaltet. Im Rahmen der Bearbeitung der Textaufgaben konnte ein stellenweises Verständnis eines solchen Vokabulars beobachtet werden, häufig kam es jedoch bei Vokabeln dieser Stufe zu Schwierigkeiten.

f) *Mündliche Sprachhandlungsfähigkeit*

In den Bereich der mündlichen Sprachhandlungsfähigkeiten fallen kommunikative Handlungen von der bloßen Mimik bis hin zur Argumentation. Zur Realisierung von Sprachhandlungen sind sprachliche Fähigkeiten aus vielen anderen Bereichen notwendig: „Neben Wortschatzkenntnissen und Fähigkeiten im morphologisch-syntaktischen Bereich sind sprachstrategische Fähigkeiten und Wissen um Konventionen notwendig, um die Erfordernisse der verschiedenen Sprachhandlungsmuster in der mündlichen schulischen Interaktion zu bewältigen“ (Fröhlich/Döll/Dirim 2014: 24). Nicht zuletzt durch den noch eingeschränkten Wortschatz sowie syntaktische Unsicherheiten fielen Besrat zum Zeitpunkt der Untersuchung Sprachhandlungen wie *erklären* und *argumentieren* noch sehr schwer. Nichtsdestotrotz wurden diese Sprachhandlungen bereits ansatzweise realisiert, was sicherlich auch damit zu tun hat, dass sie in Erstsprache und vermutlich auch im Englischen bereits souverän beherrscht wurden. Die überwiegend vorkommende Verständigungsform ist jedoch eher im Bereich der basalen Verständigung einzuordnen. Im rezeptiven Bereich konnte durchaus ein Verständnis von erzählenden und beschreibenden Texten und ein Übergang zur Stufe „erklären, instruieren“ beobachtet werden.

g) *Strategien*

Weiter kann davon ausgegangen werden, dass Besrat durch das schulische Erlernen des Englischen in Äthiopien sprachliche Strategien bereits geläufig sind und ihr deshalb deren Einsatz im Deutschen leichter fallen. So konnte sowohl die Selbstkorrektur, ein differenziertes Frageverhalten (seltener dabei jedoch Fragen nach dem Zusammenhang), der Einsatz von Wortneuschöpfungen und auch teilweise der Einsatz von Paraphrasen in der Kommunikation mit Besrat festgestellt werden.

h) Textkompetenz (schriftlich)

Wie schon angedeutet ist die Beurteilung der produktiven schriftlichen Textkompetenz im Rahmen der Erhebung nur bedingt möglich, da lediglich Antworten auf die in den Textaufgaben gestellten Fragen gegeben wurden, welche sich stark an der Formulierung der Frage orientieren. Es handelte sich außerdem nicht um längere Texte, die als erzählend, berichtend, beschreibend oder argumentativ eingeordnet werden können. Trotz dieser Einschränkungen konnte in der Textproduktion durchaus eine sicherere Realisierung der Syntax als im Mündlichen festgestellt werden.

i) Orthografie

Ebenso wie im vorhergehenden Beobachtungsbereich kann im Bereich der Orthografie ausschließlich auf die formulierten Antwortsätze zurückgegriffen werden. Hierbei ist eine sehr sichere Rechtschreibung aufgefallen, welche jedoch nicht zuletzt auf die Möglichkeit zur Kontrolle mithilfe des Ausgangstexts zurückzuführen ist.

9 Datenanalyse

Im Folgenden wird zunächst das methodische Vorgehen ausgeführt, anhand dessen sich die Strukturierung, Analyse und Interpretation orientiert. Daraufhin werden die drei ausgewählten Textaufgaben und deren Bearbeitung von Besrat analysiert (3.2. – 3.4.) und letztlich in Bezug auf die Fragestellungen interpretiert.

9.1 Methodisches Vorgehen

Bei der Analyse der Daten habe ich mich für zwei Schritte entschieden:

1. Sprachliche und mathematische Analyse der Textaufgabe
2. Analyse Besrats Bearbeitung der Textaufgabe

Dadurch wird ermöglicht, die Bearbeitung der Aufgabe vor dem Hintergrund der sprachlichen und mathematischen Besonderheiten und möglichen Hürden zu betrachten.

Ad 1) Die sprachliche Analyse der Textaufgaben vollzieht sich auf Basis der im Theorieteil herausgearbeiteten Besonderheiten bildungssprachlicher und mathematikspezifischer Herausforderungen auf sprachlicher Ebene mit einem Einbezug von Leseverstehensprozessen im Zweitspracherwerb. Es werden dabei bildungssprachliche und fachsprachsprachliche Besonderheiten der Textaufgaben herausgearbeitet, wobei auf die verschiedenen Ebenen (Wort, Satz, Text) sowie auf auftretende Repräsentationsmodi der jeweiligen Textaufgabe eingegangen wird.

Ausgehend von den Niveaubeschreibungen von USB DaZ wird im nächsten Schritt eine Einordnung der sprachlichen Schwierigkeit der jeweiligen Textaufgabe vorgenommen und mit Besrats Sprachstand

(vgl. 8.2.) verglichen³⁵. Um die sprachliche Schwierigkeit der Textaufgabe einzustufen, werden die Beobachtungsbereiche *Person und Numerus, Verbstellung, Realisierung von Subjekten und Objekten, Aussageverbindungen* und *Wortschatz* herangezogen, wobei die jeweils höchste in der Textaufgabe vorkommende Stufe das Textniveau beschreibt. Die anderen Bereiche des Beobachtungsverfahrens eignen sich nicht für die Analyse eines Textes und werden daher nicht verwendet.

Der Vergleich von Textschwierigkeit und Sprachstand ist insofern wichtig für die Analyse der Daten, als dass im Zweitspracherwerb der Sprachstand entscheidend für das Textverständnis ist (vgl. 4.4.2.). So können anhand des Vergleichs nicht verstandene Textelemente erklärt werden. Wichtig ist dabei jedoch hervorzuheben, dass es sich bei diesem Vergleich um eine Annäherung handelt und nicht mit Gewissheit gesagt werden kann, dass ein vollständiges Verständnis des beschriebenen Bereichs vorliegt, wenn das erreichte Niveau in der Sprachstandsbeschreibung das jeweilige Niveau des Textes überschreitet bzw. mit diesem identisch ist. Hinzu kommt, dass einige sprachliche Aspekte bei USB DaZ unbeachtet bleiben, die zum Teil erheblich zur Schwierigkeit der Textaufgaben beitragen. Hierzu gehören beispielsweise Präpositional- und Nominalphrasen sowie satzübergreifende Aspekte wie anaphorische Beziehungen. Letztlich kann es auch zu Schwierigkeiten in der lokalen und globalen Kohärenzbildung kommen, selbst wenn alle dabei vorkommenden Elemente bereits beherrscht werden, bspw., wenn zu viel Konzentration für das Verständnis auf Wortebene aufgebracht werden muss. So stellt dieser Vergleich zwar einen Anhaltspunkt dar, jedoch nur mit eingeschränkter Aussagekraft, die hinsichtlich der jeweiligen Textstelle genauer untersucht werden muss.

Darüber hinaus werden die Aufgaben bezüglich ihrer mathematikspezifischen kognitiven Herausforderungen betrachtet und dabei das mathematische Thema, die notwendigen Rechenschritte und arithmetischen und geometrischen Operationen beschrieben sowie letztlich die lebensweltliche Relevanz der Aufgabe und eine mögliche Milieu- und Kulturspezifität des Textes betrachtet.

Ad 2) Die Strukturierung der Analyse Besrats Aufgabenbearbeitung findet anhand der unter 4.2 dargestellten Prozesse der Textaufgabenbearbeitung statt, welche auf die Modelle von Blum/Leiss und Reusser zurückgehen (vgl. 4.2.). So werden entlang der folgenden Prozesse die Schwierigkeiten bei der Aufgabenbearbeitung analysiert:

- I. *Verstehen – Aufbau des Situationsmodells*
- II. *Reduktion von Informationen – Vom Situations- zum Realmodell*
- III. *Mathematisierung – Erstellung eines mathematischen Modells*

³⁵ Die Einstufung der Textschwierigkeit mithilfe eines sprachdiagnostischen Instruments wurde beispielsweise von Grießhaber mit den Niveaubeschreibungen der Profilanalyse durchgeführt (2011:82ff). Das Verfahren USB DaZ eignet sich in ähnlicher Weise und bietet durch die verschiedenen Beobachtungsbereiche weitere sprachliche Dimensionen für die Textanalyse.

IV. Mathematisch arbeiten – Mathematisches Resultat

V. Einbettung in die Situation und Versprachlichung des Resultats – Antwortformulierung

Die Transkripte sowie die erstellten Sequenzprotokolle bieten die Grundlage für die Analyse. Bei der Analyse wird ein Fokus auf die sprachlichen Aspekte der Aufgabenbearbeitung gelegt und diese vor dem Hintergrund der zuvor herausgearbeiteten potentiellen sprachlichen Hürden interpretiert sowie der angestellte Vergleich zwischen Sprachstand und Textaufgabenschwierigkeit herangezogen.

Im Anschluss findet unter 9.5 eine Zusammenführung und Interpretation der Ergebnisse hinsichtlich der Forschungsfrage und aufgestellten Hypothesen statt.

Detaillierte Transkription einzelner Passagen

Für die Analyse habe ich unter Rückgriff auf die Sequenzprotokolle die aussagekräftigen Passagen der Aufnahmen transkribiert. Die Transkriptionsregeln finden sich in Anhang 1.

Auswahl von Textaufgaben für die Analyse

Zur Auswahl der Textaufgaben, die ich für die Analyse herangezogen habe, habe ich die entworfenen Sequenzprotokolle und Sitzungszusammenfassungen hinsichtlich ihrer Ergiebigkeit bezüglich der Forschungsfrage durchgesehen. Neben einer möglichst aussagekräftigen Interaktion mit Besrat habe ich darauf geachtet, dass die Textaufgaben möglichst unterschiedlichen (sprachlichen und mathematischen) Anspruch haben und verschieden lang sind. Tabelle 5 gibt eine Übersicht über die drei ausgewählten Textaufgaben.

Tabelle 5: Übersicht der ausgewählten Textaufgaben

Bezeichnung (Quelle)	Aufgabentext	Abschnitt
„Elektrohändler“ [Adaptierte Prüfungsaufgabe aus dem Kurs]	Beim Elektrohändler Franz kostet ein Kühlschrank ursprünglich 840 €. Dieser Elektrohändler bietet für dieses Gerät auch die Möglichkeit eines Ratenkaufes an: Nach einer Anzahlung von 120 € kann man den Kühlschrank zu 12 gleichen Monatsraten mit einer Verzinsung des Restbetrages von 5 % abbezahlen. a) Wie hoch ist eine Rate? b) Wie viel muss man für den Kühlschrank mehr bezahlen, wenn man die Variante des Ratenkaufs wählt? c) Lässt man sich das Gerät liefern, so bezahlt man 3% vom ursprünglichen Kaufpreis als Lieferkosten. Wie hoch sind die Lieferkosten? Das Ausstellungsstück wird bei Barzahlung um 15% reduziert. d) Wieviel kostet der Aussteller weniger als ein neues Gerät? e) Nenne Gründe, weshalb Ausstellungsstücke preisreduziert sind.	9.2
„Blumenkästen“ (Achleitner/Ratzberger-Klampfer/Weikinger 2011: 191)	Frau Lustig will auf ihrem Balkon Blumenkästen befestigen. Sie hat Platz für 3 Kästen ($a = 80 \text{ cm}$, $b = 20 \text{ cm}$, $c = 25 \text{ cm}$). Wie viel Blumenerde muss sie einkaufen, wenn sie am Boden eine 1-cm-Sandschicht einfüllt und 3 cm unter dem Rand mit dem Befüllen aufhört.	9.3
„Golfbälle“ (Achleitner/Ratzberger-Klampfer/Weikinger 2011: 191)	Golfbälle werden zu je 5 Stück gekauft. Die Bälle haben einen Durchmesser von rund 4 cm. Wie groß muss die Oberfläche des Kartons für die Verpackung mindestens sein?	9.4

9.2 Textaufgabe „Elektrohändler“

Beim Elektrohändler Franz kostet ein Kühlschrank ursprünglich 840 €. Dieser Elektrohändler bietet für dieses Gerät auch die Möglichkeit eines Ratenkaufes an: Nach einer Anzahlung von 120 € kann man den Kühlschrank zu 12 gleichen Monatsraten mit einer Verzinsung des Restbetrages von 5 % abbezahlen.

- a) Wie hoch ist eine Rate?
- b) Wie viel muss man für den Kühlschrank mehr bezahlen, wenn man die Variante des Ratenkaufs wählt?
- c) Lässt man sich das Gerät liefern, so bezahlt man 3% vom ursprünglichen Kaufpreis als Lieferkosten. Wie hoch sind die Lieferkosten?

Das Ausstellungsstück wird bei Barzahlung um 15% reduziert.

- d) Wieviel kostet der Aussteller weniger als ein neues Gerät?

Nenne Gründe, weshalb Ausstellungsstücke preisreduziert sind.

Abbildung 11: Textaufgabe „Elektrohändler“

Die Textaufgabe „Elektrohändler“ (vgl. Abbildung 11) wurde von Besrat aus dem Vorbereitungskurs mitgebracht und ist eine adaptierte Prüfungsaufgabe des vertiefenden Teils³⁶ der Pflichtschulabschlussprüfung, die vermutlich von einer Lehrkraft erstellt wurde.

9.2.1 Sprachliche und mathematische Analyse der Textaufgabe „Elektrohändler“

Bei einem Blick auf den Text fallen auf **Wortebene** zunächst die vielen Komposita wie *Elektrohändler*, *Ratenkauf*, *Monatsrate*, *Restbetrag*, *Lieferkosten*, *Kaufpreis*, *Ausstellungsstück* und *Barzahlung* auf. Diese Wörter können zwar größtenteils nicht dem fachsprachlichen Register zugeordnet werden, kommen jedoch auch nicht unbedingt im alltagssprachlichen Repertoire von DaZ-Lernenden vor. Sie sind somit am Übergang zwischen bildungssprachlichem und alltagssprachlichem Register mit einer Tendenz zu ersterem zu verorten. Die Komposita werden durch weitere Substantive wie *Gerät*, *Möglichkeit*, *Verzinsung*, *Anzahlung*, *Rate*, *Variante* und *Aussteller* ergänzt, welche ebenfalls eher bildungssprachlich als alltagssprachlich sind und potentielle Hürden für DaZ-Lernende darstellen. Vor allem die Abstrakta (*Verzinsung*, *Anzahlung*, *Möglichkeit*, *Monatsrate*, *Variante*, *Restbetrag*, *Ratenkauf*) sind besonders anspruchsvolle Vokabeln, die mitunter konzeptuelles Wissen voraussetzen (Was ist eine Rate? Was sind Zinsen?). Auf der Wortebene sind weiter die bildungssprachlichen Verben mit Präfigierung *anbieten* und *abbezahlen* zu nennen. Weitere Verben, die für DaZ-Lernende eher in schulischen Kontexten vorkommen sind *wählen* und *nennen* sowie die Konstruktion *liefern lassen* und *reduzieren*. Letztlich finden sich einige Adjektive - teilweise im Komparativ - die den Leseprozess auf Wortebene erschweren: *ursprünglich*, *gleich*, *mehr*, *hoch*, *weniger als*, *preisreduziert*. Auch das

³⁶ Der vertiefende Teil der Prüfung ermöglicht das Erreichen einer vertiefenden Note und darf mit dem Taschenrechner bearbeitet werden.

Fragewort *weshalb* hat im Vergleich zu seinem Pendant *warum* eher eine bildungssprachliche Verwendung. Hinsichtlich der verwendeten symbolischen Darstellungen enthält die Textaufgabe keine besonderen Schwierigkeiten, weder die Zahlen noch das Prozentzeichen sollten Herausforderungen darstellen.

Der Übergang zur **Satzebene** wird unter anderem durch den Einsatz von Präpositionen realisiert. Die fünf Präpositionen im Satz „Nach einer Anzahlung von 120 € kann man den Kühlschrank zu 12 gleichen Monatsraten mit einer Verzinsung des Restbetrages von 5 % abbezahlen“ geben wichtige Informationen zu zeitlichen und inhaltlichen Beziehungen zwischen den Textpropositionen und müssen für ein Verständnis der Situation korrekt dekodiert werden. Auch an anderen Stellen wird die syntaktische Bedeutung von Präpositionen und deren kohärenzbildende Funktion deutlich: 3% vom ursprünglichen Kaufpreis; Das Ausstellungsstück wird [...] um 15% reduziert. Hinzu kommen die anspruchsvollen Nominalphrasen mit Genitivattribut (*die Möglichkeit eines Ratenkaufs; Verzinsung des Restbetrags; Variante des Ratenkaufs*) sowie eine Passivkonstruktion (*Das Ausstellungsstück wird bei Barzahlung um 15% reduziert*). Weitere Komplexität auf Satzebene bekommt der Text durch subordinative Verbindungen: *Lässt man sich das Gerät liefern, so ...; Wie viel muss man für den Kühlschrank mehr bezahlen, wenn man ...* Vor allem die erste Satzverbindung ist durch das Weglassen der Konjunktion „wenn“ und die Verwendung von „so“ sehr elaboriert und erfordert eine hohe Textkompetenz. Die Syntax der letzten Teilaufgabe ist durch den einleitenden Imperativ komplex gestaltet und realisiert sich in einer Umstellung der Frage „Weshalb sind Ausstellungsstücke preisreduziert“ in einen zusammengesetzten Satz, bestehend aus Aufforderungssatz und einem mit Fragewort eingeleiteten Nebensatz: *Nenne Gründe, weshalb Ausstellungsstücke preisreduziert sind*.

Auf **Textebene** sind verschiedene anaphorische Elemente zu erkennen, durch die auf etwas bereits vorher im Text Genanntes verwiesen wird, zum Beispiel durch Demonstrativartikel: *dieser Elektrohändler; dieses Gerät*. Hier wird gleichzeitig die Vokabel *Kühlschrank* durch das allgemeinere Wort *Gerät* ausgetauscht. An anderer Stelle ist zunächst vom *Ausstellungsstück* und danach vom *Aussteller* die Rede, ebenso verhält es sich mit den Wörtern *Monatsrate* und *Rate*. Dieser synonyme Gebrauch unterschiedlicher Vokabeln ist durchaus als schwierigkeitsgenerierendes Element des Textes zu interpretieren. Beim Begriff *Restbetrag* wird ebenfalls eine anaphorische Verbindung erkennbar, bezieht er sich doch auf die zuvor umschriebene Differenz zwischen dem ursprünglichen Preis und der Anzahlung. Hier befinden wir uns dann bereits an der Schnittstelle zur Mathematisierung des Problemtextes.

Der Sprachstand Besrats liegt in den Bereichen *Genus Verbi*, Verbstellung, *Aussageverbindungen* und *Wortschatz* unterhalb der Schwierigkeit des Textes (vgl. Tabelle 6). Es ist daher davon auszugehen,

dass vor allem in diesen Bereichen Probleme im Textverständnis auftreten. Keine Berücksichtigung finden die vielen Nominalphrasen sowie die Präpositionen.

Tabelle 6: Vergleich ausgewählter Bereiche Besrats Sprachstandes mit der Textaufgabenschwierigkeit von „Elektrohändler“ mit USB DaZ

Sprachlicher Bereich	Erwerbsstufe ³⁷ Besrat	Beschreibung der Stufe	Schwierigkeit „Elektrohändler“	Beschreibung der Stufe
Verbformen				
Person und Numerus	4 von 5	2. P. Sing. / 3. P. Pl. / 1. P. Pl.	3 von 5	3. P. Sing.
Tempus	5 von 6	Futur	1 von 6	Präsens
Genus Verbi	1 von 3	Aktive Verbformen	3 von 3	Vorgangspassiv
Verbstellung³⁸	4 von 6	Verbendstellung im Nebensatz	5 von 6	Verbklammer II
Realisierung von Subjekten und Objekten	7 von 11	Akkusativobjekt	7 von 11	Akkusativobjekt
Aussageverbindungen	5 von 6	Einfache subordinierende Satzverbindungen	6 von 6	Weitere subordinierende Verbindungen
Wortschatz³⁹	7 von 10	Übergangsstufe Grundwortschatz → Aufbauwortschatz	9 von 10	Übergangsstufe Aufbauwortschatz → Bildungswortschatz

Die Schwierigkeit der Textaufgabe kann neben diesen morpho-syntaktischen und textlinguistischen Aspekten durch einen Blick auf die innermathematische Ebene und die erforderlichen Rechenoperationen der Aufgabe ergänzt werden. Die Aufgabe ist wie erwähnt eine adaptierte Prüfungsaufgabe und versucht daher verschiedene mathematische Kompetenzen in einer Aufgabe zu vereinen. Da es sich um eine vertiefende Prüfungsaufgabe handelt, ist die Verwendung eines Taschenrechners erlaubt. Die Textaufgabe ist dem Bereich der Zins- und Prozentrechnung zuzuordnen, die als Teil der Bruchrechnungen oder der Dreisatzrechnung angesehen werden kann (Greefrath 2010: 151). In der Prozentrechnung ist folgende Formel mit den jeweiligen Bezeichnungen grundlegend:

$$p\% \text{ [Prozentangabe]} = \frac{p \text{ [Prozentsatz]}}{100} = \frac{W \text{ [Prozentwert]}}{G \text{ [Grundwert]}}$$

Für Schüler_innen ist vor allem die Zuordnung der verschiedenen Angaben zu den entsprechenden Bezeichnungen (Grundwert, Prozentwert und Prozentsatz) herausfordernd (ebd.: 152).

In der vorliegenden Aufgabe wird in den Teilaufgaben a) und c) folgende Formel relevant:

$$G \text{ [Grundwert]} + W \text{ [Prozentwert]} = G + \frac{p \text{ [Prozentsatz]}}{100} \times G$$

³⁷ Es werden hier die Niveaustufen des Beobachtungsverfahrens USB DaZ herangezogen, wobei die Stufen in jeweiliger Pfeilrichtung gezählt werden (vgl. Anhang 5).

³⁸ Zusammenfassung der fünften Erwerbsstufe: Verbklammer II mit Futur, Vorgangspassiv, Zustandspassiv und würde-Konjunktiv.

³⁹ Es wird hier der Erwerbstand im rezeptiven Bereich herangezogen.

Die Rechenoperationen an sich stellen durch die mögliche Verwendung eines Taschenrechners weniger ein Problem dar, vielmehr ist die Ableitung des mathematischen Modells und dabei vor allem die Zuordnung der Größen die kognitive Schwierigkeit der Aufgabe.

Der Prozentrechnung geht eine Subtraktion zur Berechnung des Restbetrages voraus. Es folgt außerdem eine Division zur Berechnung einer Monatsrate in Teilaufgabe a). Die Aufgabe verbindet somit alle Grundrechenarten.

In den Teilaufgaben b) und d) wird nach der Differenz (signalisiert durch *mehr* und *weniger*) und somit nach dem Prozentwert gesucht, was eine Verkürzung der obigen Formel erfordert:

$$W = \frac{p \text{ [Prozentsatz]}}{100} \times G$$

Zur Beantwortung der Teilaufgabe e) ist dagegen kein mathematisches Modell nötig, wir bleiben sozusagen in der „realen Welt“ und es soll begründet werden, weshalb Ausstellungsstücke günstiger sind als neue Geräte. Es sind somit ausschließlich argumentatives Sprachhandeln und die dafür notwendigen sprachlichen Mittel erforderlich.

Hinsichtlich der Kultur- und Milieuspezifik der Aufgabe kann infrage gestellt werden, ob jugendliche DaZ-Lernende in ihrem Alltag mit dem Einkauf eines Kühlschranks und insbesondere mit einer Bezahlung in Raten konfrontiert sind. Es bleibt somit fragwürdig, ob die in der Textaufgabe verwendete Lexik sowie die Situation an sich lebensweltliche Relevanz für junge DaZ-Lernende haben und sie dadurch auf Weltwissen zur Beantwortung der Fragen zurückgreifen können.

9.2.2 Analyse des Bearbeitungsprozesses der Textaufgabe „Elektrohändler“

1. Kurzbeschreibung der Textaufgabenbearbeitung

Die Bearbeitung der Aufgabe war durch ihre sprachliche sowie inhaltliche Komplexität sehr herausfordernd und nahm nicht zuletzt aufgrund ihres Umfangs mit fünf Teilaufgaben die gesamte Förderstunde (90 Minuten) in Anspruch. Die Fördereinheit begann mit dem **lauten Vorlesen der Aufgabeneinleitung** und setzte direkt mit der **Klärung unverständener Stellen** in diesem Teil fort. Da es zur Beantwortung der Teilaufgaben zunächst eines genauen Verständnisses der beschriebenen Situation bedurfte und der Abschnitt voller Informationen steckt, dauerte diese Phase bis zur Modellierung der Rechnung zu Frage a) über 20 Minuten. Die weiteren Aufgaben konnten ebenfalls nur mit Unterstützung gelöst werden, jedoch wurden die Rechenschritte schneller erkannt. Es wurde auch immer wieder versucht, **Textstellen und Arbeitsaufträge in eigene Worte zu fassen**. Bei allen Aufgaben kam es nach den Rechenoperationen mitsamt Korrektur zur **mündlichen Formulierung eines Antwortsatzes** und letztlich zur **Verschriftlichung des Antwortsatzes**, ebenfalls mit gleichzeitiger Korrektur.

II. Leseverstehen: Prozesse zur Konstruktion des Situationsmodells

Bei der Bearbeitung des Einleitungssatzes zeigte sich schnell, dass bereits auf der **Worterkennung- und Verständnisebene** Schwierigkeiten auftreten. Das Stolpern über die Wörter *Elektrohändler*, *Gerät*, *Monatsraten*, *Verzinsung* und *Restbetrag* beim erstmaligen Vorlesen des Einleitungstextes und die folgende Benennung der Substantive *Ratenkauf*, *Anzahlung* und *Restbetrag* auf die Frage, welche Textstellen nicht verstanden wurden, machen dies deutlich. Nach Klärung dieser bildungssprachlichen Inhaltswörter, die tatsächlich grundlegend für das Verständnis der beschriebenen Situation sind, zeigte sich an Besrats Versuch, die verstandenen Informationen in eigene Worte zu fassen, dass die Zusammenhänge und Inhalte noch nicht klar waren: „Dieser elektrisch/ (...) Elektrohändler kostet 120€, oder?“ (T1: 00:05:32). Die Aussage deutet auch darauf hin, dass neben der Unkenntnis des Wortes Elektrohändler auch auf **Satz- und Textebene** Zusammenhänge nicht korrekt hergestellt werden konnten. So scheint Besrat die Proposition des zweiten Satzes („Dieser Elektrohändler bietet [...] an“) nicht miteinbezogen bzw. ebenfalls nicht verstanden zu haben. Dass dies durchaus daran liegt, dass sie zu viel Konzentration auf der Wortebene aufbringen musste, so dass Bearbeitungsprozesse auf Satz- und Textebene unbeachtet blieben, kann anknüpfend an die Erkenntnisse zu Leseverstehensprozesse im Zweitspracherwerb angenommen werden (vgl. Abschnitt 4.4.2.). Da Besrat das Konzept der *Verzinsung* ebenfalls unbekannt war und erklärt werden musste, war quasi eine Aufarbeitung aller Inhaltswörter notwendig. Die wichtigen Strukturwörter, die am Übergang zur Satzebene stehen (Präpositionen) wurden bei der Bearbeitung nicht explizit behandelt, sondern eher durch Umschreibungen der Vorgänge meinerseits paraphrasiert.

Die Annäherung an eine korrekte mentale Repräsentation der beschriebenen Situation des Einleitungstextes konnte also nur mit großer Hilfestellung erreicht werden, wobei die unbekannteren Konzepte bildungssprachliche Substantive sowie weitere unbekanntere Inhaltswörter (v.a. Komposita) ausschlaggebend für das Unverständnis waren.

Teilaufgabe b) konnte von Besrat, obwohl ihr die Wörter *Variante* und *wählt* unbekannt waren, richtig verstanden werden. Das kann dadurch erklärt werden, dass zum Zeitpunkt des Lesens die Situation bereits klar war und somit alleine mit dem Verständnis des Hauptsatzes die Frage antizipiert werden konnte.

Für Teilaufgabe c) wird die Situation des Einleitungstextes durch zusätzliche Informationen erweitert, nämlich dass bei einer Lieferung des Geräts Kosten in Höhe von 3% des ursprünglichen Kaufpreises anfallen. Es kommt hier also zu einer Ergänzung des Situationsmodells und Veränderung des Realmodells der vorigen Aufgaben. Ob Besrat eine adäquate mentale Repräsentation der Propositionen herstellen konnte, kann anhand der erhobenen Daten nicht eindeutig gesagt werden. Sie war jedenfalls in der Lage, nach einer kurzen Denkphase nach dem Lesen der Aufgabe die korrekte

Rechnung aufzustellen (vgl. auch *IV. Mathematisierung* in diesem Abschnitt). Da der Satz wie in 9.2.1. beschrieben sehr anspruchsvoll ist, nehme ich an, dass anhand der Schlüsselbegriffe im Satz ein korrektes Realmodell und damit die richtige Rechnung abgeleitet wurde. Die Schlüsselinformation ist dabei „Lieferkosten = 3% vom ursprünglichen Preis“, die Frage „Wie hoch sind die Lieferkosten?“ konnte wohl verstanden werden. Es wäre also möglich, dass die Rechnung ohne ein genaues Verständnis des Textinhaltes hergeleitet werden konnte, also beispielsweise ohne zu verstehen, was eine *Lieferung* ist oder was der Ausdruck *sich liefern lassen* bedeutet (vgl. auch *III. Realmodell*).

Vor den Teilaufgaben d) und e) ist ein Satz eingeschoben, welcher eine weitere Ergänzung des Situationsmodells bedeutet. Bereits beim Vorlesen des Satzes fragte Besrat nach der korrekten Aussprache des Wortes *Ausstellungsstück* (T1: 00:10:07):

B: Das (holprig) Ausstellungsstück [...] Ist das richtig?
I: (deutlich) Ausstellungsstück. Ja!

Weiter hatte Besrat Probleme bei der Aussprache der Wörter *Barzahlung* und *reduziert*. Zögern ist ebenfalls beim Wort *Aussteller* zu erkennen. Auf die Frage, welche Wörter Besrat nicht verstanden hat, zeigte sie auf das Wort *Ausstellungsstück*, welches ich daraufhin erklärte. Ebenso fragte sie nach der Bedeutung des Wortes *Barzahlung*. Auf meine Frage hin, ob sie das Wort *reduziert* verstanden hat, stellte sich jedoch heraus, dass sie dieses verstehen konnte (T1: 00:12:24):

I: Verstehst du reduziert?
B: Reduziert ist ähm. [8] So wie Rabatt?
I: So wie Rabatt. Genau! 15% Rabatt, ganz genau.

Durch die Erklärung der unbekanntenen Wörter kann davon ausgegangen werden, dass der Text verstanden wurde, da Besrat direkt zur Rechnung übergehen konnte.

Die letzte Teilaufgabe konnte Besrat aufgrund des Satzanfangs nicht verstehen (T1: 00:16:32):

B: (Liest) Nenne Grund/ Gründe
I: Ja!
B: (Liest) Nenne Gründe, weshalb Ausstellungsstücke preis-[...] reduziert sind. [...] Ich verstehe nicht.
I: Verstehst du nicht?
B: (verneinend) Mhm.
I: Was verstehst du nicht?
B: „Nenne Gründe“ [...] „Nenne Gründe“, was bedeutet das?
I: Weißt du was ein Grund ist?
B: Ja
I: Ja? Gründe ist Plural.
B: Ja!
I: Weißt du, was nennen heißt? Nennen?
B: (verneinend) Mhm.

Problematisch ist hier also das bildungssprachliche Verb *nennen*. Jedoch konnte Besrat auch nachdem das Wort geklärt wurde, die Frage noch nicht verstehen, bis ich sie mit einfacherer Sprache paraphrasiert habe (T1: 00:17:36):

I: Verstehst du den Rest? Ausstellungsstücke hatten wir, /ja/

B: /ja!/

[19] (B. liest den Satz still)

I: Verstehst du jetzt die Frage?

B: Nein!

I: Also, ein Grund ist, warum ist etwas so.

B: Ja.

I: Warum ist etwas so. Du sollst jetzt hier sagen, warum ist es so, dass Ausstellungsstücke preisreduziert sind.

B: Ok.

I: Was heißt das, preisreduziert?

B: Preisreduziert ist [4] Angebot?

I: Ist ein Angebot, ja. Warum sind Ausstellungsstücke oft Angebote?

B: Weil [...]

An dieser Stelle begann Besrat mit der Beantwortung der Frage, hat also die Frage verstanden (vgl. *V. Antwortformulierung* in diesem Abschnitt). Die Ersetzung des Wortes *weshalb* durch *warum* und eine Umstellung des komplexen, zusammengesetzten Satzes (vgl. Abschnitt 3.2.1.) in einen Fragesatz unter Verwendung der von Besrat selbst vorgenommenen Ersetzung von *preisreduziert* durch das Nomen *Angebot* wirkte also offensichtlich verständnisfördernd.

III. Reduktion der Informationen: Vom Situations- zum Realmodell

Der Schritt vom Situations- zum Realmodell vollzieht sich durch Reduktion des Situationsmodells auf die für die mathematische Gleichung notwendigen Zusammenhänge und Größen. Es ist anhand der Interaktion nicht immer deutlich zu erkennen, inwiefern die Herstellung dieses Realmodells stattgefunden hat, es ist jedoch davon auszugehen, dass diese auf die wesentlichen Informationen verkürzte mentale Repräsentation für eine Ableitung der Rechnung notwendig ist.

Die für die Lösung relevanten Größen und jeweiligen Werte des Einleitungstextes wurden gemeinsam zusammengefasst (vgl. Abbildung 12). Diese Informationen können als Realmodell des Einleitungstextes verstanden werden.

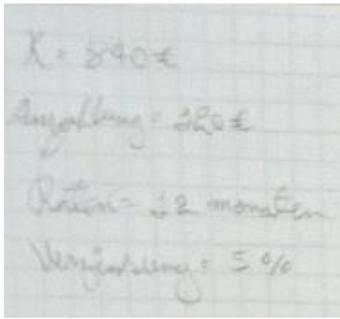


Abbildung 12: Rechnung zur Textaufgabe „Elektrohändler“; Ausschnitt aus der Rechnung vom 31.10.2016 (vgl. Anhang 3.1)

Bevor mit diesen Angaben Aufgabe a) gelöst werden konnte, musste zunächst der Restbetrag berechnet werden. Auch für diese Zwischenrechnung ist die Ableitung eines Realmodells nötig, welches von mir als Hilfestellung visualisiert wurde (vgl. Abbildung 13).

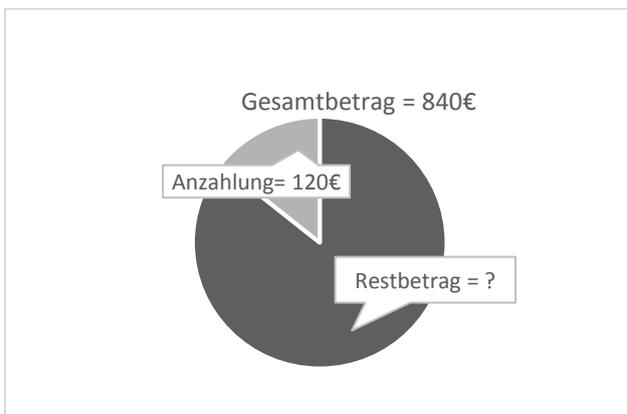


Abbildung 13: Realmodell zur Berechnung des Restbetrages; Textaufgabe „Elektrohändler“

Mithilfe dieser Visualisierung konnte Besrat das mathematische Modell für die Zwischenrechnung aufstellen (vgl. IV. *Mathematisierung* in diesem Abschnitt).

Die Herstellung des Realmodells zur Berechnung einer Rate wurde auf der Suche nach der richtigen Rechenoperation mit Hilfestellungen unterstützt. Dabei habe ich folgendes Modell verbalisiert:

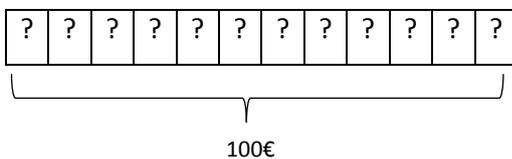


Abbildung 14: Realmodell des Ratenkonzepts; Textaufgabe „Elektrohändler“

Es ist nicht deutlich zu erkennen, ob das Ratenkonzept tatsächlich verstanden wurde, wie es die vorige Paraphrasierung annehmen lässt:

B: Nicht muss jetzt bezahlen alles, kann man monatlich und jährlich kann man bezahlen. (T1: 00:08:30)

Es könnte auch sein, dass Besrat das Konzept zwar verstanden hat, jedoch nicht in ein adäquates Realmodell zur Ableitung der richtigen Rechenoperation übertragen konnte (vgl. *IV. Mathematisierung* in diesem Abschnitt).

Das Realmodell von Teilaufgabe b), welches in verkürzter Form in der logischen Verbindung *Preisunterschied = Höhe der Zinsen* ausgedrückt werden kann, wurde ebenfalls gemeinsam hergeleitet. Die dafür notwendige Berechnung der Zinsen wurde bereits zur Lösung von Teilaufgabe b) angestellt.

Da Besrat ohne weitere Verbalisierung der verstandenen Informationen von Teilaufgabe c) direkt die korrekte Rechnung abgeleitet hat, ist von einer adäquaten Abbildung des Realmodells auszugehen, das (auch bei Nichtverständnis der Vokabel „Lieferkosten“) so aussehen könnte:

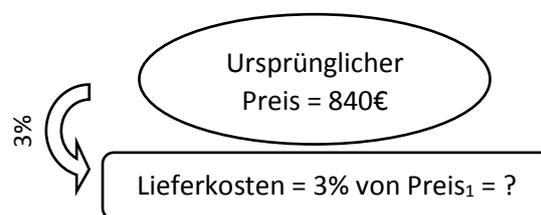


Abbildung 15: Mögliches Realmodell von „Elektrohändler“ Teilaufgabe c)

Das Realmodell von Teilaufgabe d) deckt sich bei einem Tausch des Begriffes „Lieferkosten“ mit dem Begriff „Rabatt“ und einer Veränderung der Prozentzahl mit jenem von Teilaufgabe c). Da auch hier die Rechnung richtig aufgestellt wurde, ist davon auszugehen, dass Besrat das Realmodell adäquat abbilden konnte.

IV. Mathematisierung

Bei der Aufstellung der verschiedenen Rechnungen kam es dann zu Schwierigkeiten, wenn die entsprechenden Realmodelle nicht oder nicht adäquat abgeleitet wurden. Bei der Berechnung der Rate wird dies deutlich. Besrat tippte so zunächst auf eine Multiplikation, um die Rate zu berechnen und daraufhin auf eine Subtraktion, bis sie durch ein Beispiel die Division schließlich erkannt hat (T1: 00:21:44):

I: Wieviel Euro muss ich jeden Monat zahlen?

B: Mal zwölf.

I: Mal 12? Dann muss ich ja ganz viel zahlen. Wenn ich das mal zwölf mache, dann muss ich ja viel mehr zahlen, als das gekostet hat.

B: Ja. (15)

I: Ist ein bisschen schwierig. Also wir haben einen Betrag, den müssen wir zahlen. Wir zahlen aber nicht alles auf einmal, wir zahlen jeden Monat einen Teil.

B: Mhm.

I: Was muss man dann rechnen?

B: Minus?

I: Auch nicht (lacht). Also wenn wir/ wenn wir insgesamt sagen wir/ machen wir ein leichtes Beispiel. Wir haben 100€.

B: Mhm.

I: Ich zahl dir ein Jahr lang jeden Monat das gleiche und am Ende hast du 100€. Wie viel zahle ich dir jeden Monat? Was musst du rechnen?

B: Dividieren oder?

I: Du musst dividieren. Genau!

Ich habe mit dem Beispiel eine ähnliche Situation beschrieben, die Besrat das Anteilskonzept und somit die Division erkennen ließ. Es ist davon auszugehen, dass sich mithilfe des Beispiels ein Realmodell des Zusammenhangs von 100€ und den monatlichen Beträgen mental abgebildet hat und demnach die richtige Rechenoperation erkannt wurde (vgl. Abbildung 14 unter *III. Realmodell*).

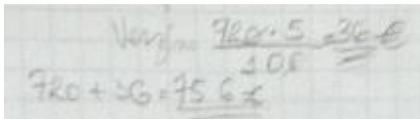
Nach den oben beschriebenen Hilfestellungen zur Herstellung des Realmodells für die Berechnung des Restbetrages (Abbildung 15 unter *III. Realmodell*) konnte Besrat die notwendige Subtraktion ableiten (T1: 00:15:44):

I: Was muss man rechnen?

B: Der erste Preis und die Anzahlung minus.

I: Genau! Der erste Preis minus die Anzahlung.

Die Ableitung der Rechenoperation zur Berechnung Verzinsung und des neuen Preises bereitete nach dem Verständnis des Konzepts des Begriffes *Verzinsung* keine weiteren Probleme, was Besrats mathematisch-konzeptionelles Wissen im Bereich der Prozentrechnung zeigt:



Handwritten calculation showing interest calculation: $720 \cdot 5 = 3600$, then $\frac{3600}{100} = 36$, and $720 + 36 = 756$.

Abbildung 16: Berechnung der Zinsen, Ausschnitt aus der Rechnung vom 31.10.2016 (vgl. Anhang 3.1)

Die Mathematisierungen von Teilaufgabe c) und d) sind in ihrer Form identisch und konnten ohne Schwierigkeiten vollzogen werden (T1: 00:06:45; vgl. Abbildungen 17 und 18):

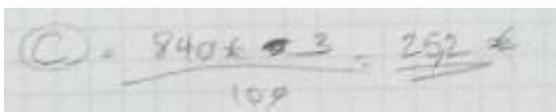
I: Was passiert hier jetzt?

B: Die erste Preis.

I: Genau.

B: Mal drei und dividieren durch 100 oder?

B: Mhm. Stimmt.



Handwritten calculation showing a multiplication and division: $840 \cdot 3 = 2520$, then $\frac{2520}{100} = 25.2$.

Abbildung 17: Rechnung der Teilaufgabe c), „Elektrohändler“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 31.10.2016 (vgl. Anhang 3.1)

Zur Lösung der Teilaufgabe d) versicherte sich Besrat über die benötigten Rechenschritte (T1: 00:13:00):

I: Wie viel kostet der Aussteller, das heißt, das Ausstellungsstück der Aussteller ist das gleiche.

B: (Unverständlich) 15 Prozent.

I: Ok.

B: Die neue ist 840 oder?

I: Genau.

B: Und [5] Mal 50 und dividieren 100. (Schreibt die Rechnung auf)

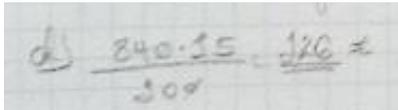

$$\begin{array}{r} 280 \\ 300 \overline{) 840.55} \end{array}$$

Abbildung 18: Rechnung der Teilaufgabe d), „Elektrohändler“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 31.10.2016 (vgl. Anhang 3.1)

V. Mathematisches Arbeiten

In der gesamten Aufgabe kam es nach der korrekten Aufstellung der Rechnungen lediglich zu einem Rechenfehler bei der Berechnung der Zinsen, welcher nach kurzem Hinweis auf einen Fehler selbst korrigiert wurde (T1: 00:17:18).

VI. Antwortformulierung (mündlich und schriftlich)

Die Antwortformulierungen fanden in dieser Aufgabe zunächst mündlich und dann schriftlich statt. Bis auf eine erste Unsicherheit im Satzbau bei der Formulierung der Antwort für Teilaufgabe a) gab es lediglich in Teilaufgabe e) nennenswerte Schwierigkeiten. Die Antwort für Teilaufgabe b) wurde nicht ausformuliert.

Bei der Antwort auf Teilaufgabe a) kam es zunächst zu einer Fehlstellung des Adjektivs *hoch* und einer Verwechslung mit dem Nomen *Höhe* (T1: 00:24:56):

I: Vielleicht kannst du jetzt einen Antwortsatz schreiben. Einen Satz. [...] Die Frage ist: „Wie hoch ist die Rate?“

B: Eine Rat Höhe ist dreiund/ dreiundsechzig Euro, oder?

Die Fehlstellung kann mit der Zweitstellung des Adjektivs im Fragesatz erklärt werden. Es könnte außerdem sein, dass das Adjektiv nicht als solches erkannt wurde, sondern vielmehr als Nomen, was durch die Verwechslung mit *Höhe* zum Ausdruck kommt und ebenfalls die Unsicherheit im Satzbau erklären würde. Dies könnte mitunter an der außergewöhnlichen skalenbildenden Eigenschaft des Adjektivs *hoch* liegen (vgl. Abschnitt 3.3.2.).

Nach meinem Hinweis korrigierte Besrat die Antwort:



Keine Rate 35 € hoch.

Abbildung 19: Antwortsatz zu Teilaufgabe a), „Elektrohändler“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 31.10.2016 (vgl. Anhang 3.1)

Bei der Beantwortung von Teilaufgabe c) konnte Besrat selbst den korrekten Satzbau ihrer Antwort finden, jedoch nach wie vor mit dem Nomen *Höhe* statt *hoch* (T2: 00:09:02):

I: Kannst du wieder einen Antwortsatz schreiben?

B: (liest) Wie hoch sind die Lieferkosten? Die Lieferkosten/ nein die Höh/ [...] die Lieferkosten [...] sind 25,2 Höhe. Das ist richtig?

I: Hoch!

B: Hoch, ja.
I: Euro hoch. Genau.

Die Benennung der Einheit ist besonders in mathematischen Textaufgaben ein wichtiges und spezielles Element und wird von Lernenden gerne vergessen.

Bei der Antwortformulierung zu Teilaufgabe d) vergisst Besrat zunächst die wichtige Vergleichsgröße „weniger als ein neues Gerät“, durch einen kurzen Hinweis erkennt Besrat dies aber sofort, was darauf schließen lässt, dass die Rechnung auch im Kontext richtig verstanden wurde. Zudem verzichtet Besrat zunächst auf den unbestimmten Artikel (vgl. Abbildung 20; T2: 00:14:21):

I: Kannst du den Satz sagen?
B: Hm. [15] Der Aussteller kostet einhundertsechs/ einhundertsechszwanzig Euro. Oder?
I: (zeigt auf das Wort weniger im Aufgabentext)
B: Aha! Weniger als neues Geräte.
I: Genau!

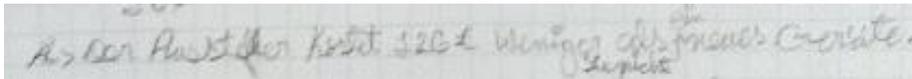


Abbildung 20: Antwortsatz zu Teilaufgabe d), „Elektrohändler“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 31.10.2016 (vgl. Anhang 3.1)

Bei der Beantwortung der Teilaufgabe e) kam es zunächst zu folgenden Überlegungen:

B: Das Ausstellungsstück ist nicht so/ [...] nicht neu, ja? Neu, aber kann man nur schauen. Nicht Packung. (T2: 00:18:35)
B: Vielleicht ein bisschen [...] schmutzig oder/ (T2: 00:19:00)

Da hier bildungssprachliche, argumentative Sprachmittel notwendig werden, um die Aufgabe adäquat zu beantworten, ist es für Besrat herausfordernd, ihre richtigen Gedanken in vollständigen und grammatikalisch korrekten Sätzen auszudrücken. Nach der oben angedeuteten mündlichen Sammlung von Gründen kam es zu einer gemeinsamen Klärung der Syntax für die Verschriftlichung der Antwortsätze (Z1-13: T2: 00:19:50; Z14-29: T3: 00:00:03):

1. B: Ich muss schreiben weil-Sätze, oder?
2. I: Du kannst Sätze mit ‚weil‘ schreiben, ist gut, ja. Aber, vielleicht/ ein weil-Satz braucht ja auch immer
3. einen Satz davor, oder?
4. B: Ja, weil/
5. I: Was ist/ was kommt vorher?
6. B: Vorher kommt [...] Ausstellungsstück, oder?
7. I: (bejahend) Mhm.
8. B: Das Ausstellungsstück [15]
9. I: Ich stelle die Frage anders: Warum sind Ausstellungsstücke billiger? Das ist genau die Frage. Warum
10. sind Ausstellungsstücke billiger?
11. B: Weil [...] nicht original verpackt sind

12. I: Genau, aber wenn du den Satz schreibst dann brauchst du/
 13. B: Weil das Ausstellstück preisreduziert nicht originalverpackt sind.
14. I: Also die Frage ist: Warum sind Ausstellungsstücke billiger? (schreibt den Satz auf) Und dein
 15. Antwortsatz ist. Du fängst den Satz nicht an mit ‚weil‘. Du sagst vorher noch einen Satz.
 16. B: Ok.
 17. I: Und dann machst du „Komma“, weil. (schreibt)
 18. B: weil/
 19. I: Ja. (zeigt vor das Komma) Und was kommt hier? (zeigt hinter ‚weil‘) Hier sagst du jetzt den
 Grund. Hier
 20. sagst du jetzt Gründe. [4] Und hier (zeigt vor das Komma) machst du den ersten Satz, den
 Hauptsatz
 21. eigentlich.
 22. B: Mhm.
 23. I: Wie heißt der Hauptsatz?
 24. B: Der Hauptsatz ist. [...] Das Ausstellungsstücke sind billiger.
 25. I: Genau! Ganz genau. Der Hauptsatz ist: Ausstellungsstücke sind billiger ‚Komma‘ /weil/
 26. B: /Weil/ nenne Gründe
 27. I: Nein, das ist dann/ dann sagst du den Grund/ Also schreib nochmal den Satz genau so auf,
 genau.
 28. B: (schreibt) [44] Ausstellungsstücke sind billiger, weil [15] nicht originalverpackt sind.
 29. I: Genau.

Infolge wurde noch das Pronomen ‚sie‘ in den Nebensatz eingefügt. Das Beispiel zeigt, dass Besrat, obwohl ihr eigentlich der Satzbau einer solchen subordinativen Verbindung geläufig ist, wie u.a. im geführten Interview zu erkennen ist, Unterstützung zur korrekten Formulierung des Antwortsatzes brauchte. Dies kann wiederum mit der komplexen und anspruchsvollen Struktur des Aufgabensatzes erklärt werden, an dem sich Besrat zur Beantwortung der Frage orientierte. An der Äußerung „weil das Ausstellstück preisreduziert nicht originalverpackt sind“ (Zeile 15) wird die Struktur des Ausgangssatzes deutlich. Nachdem die abgewandelte Frage „Warum sind Ausstellungsstücke billiger?“ aufgeschrieben wurde, gelang es Besrat, den Hauptsatz für den Antwortsatz zu identifizieren, da der Satzbau dieser einfachen Warum-Frage eine direkte Ableitung des Antwortsatzes ermöglicht, wie es Besrat womöglich auch aus Sprachkursen gewohnt ist.

Es kam infolge zur Formulierung weiterer Antwortsätze (vgl. Abbildung 21).

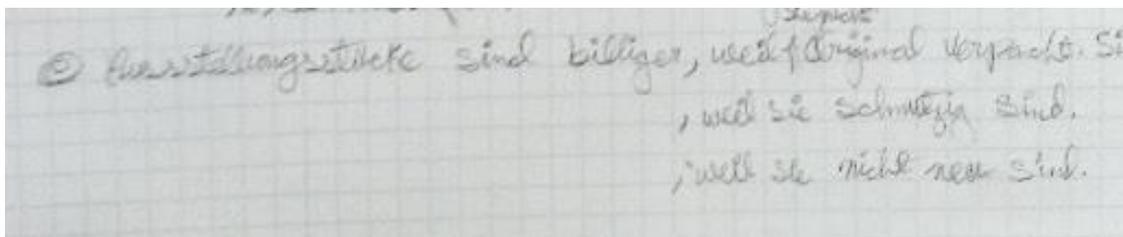


Abbildung 21: Schriftliche Antwort der Teilaufgabe e), „Elektrohändler“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 31.10.2016 (vgl. Anhang 3.1)

Insgesamt kann gesagt werden, dass die Aufgabe das sprachliche Niveau im Deutschen von Besrat an vielen Stellen überstiegen hat, wie auch der vorige Vergleich des Sprachstands mit der Textaufgabenschwierigkeit bereits andeutete. Dies kann in der Anhäufung von unbekanntem, meist

bildungssprachlichen Nomen, insbesondere Komposita, festgemacht werden, die einen Großteil der Konzentration im Leseprozess einnahmen. Dadurch konnte den ebenfalls sehr anspruchsvollen Hürden auf der Satz- und Textebene durch Präpositionen und komplexem Satzbau kaum Beachtung geschenkt werden, was wiederum zu einer mangelnden Kohäsionsbildung führte. Es zeigte sich zudem in dieser Aufgabe, dass mit Hilfestellungen die Situation verstanden werden konnte und daraufhin auch meist eine Ableitung der richtigen Rechenoperationen möglich war. Diese konnte Besrat dann ohne Schwierigkeiten durchführen.

9.3 Textaufgabe „Blumenkästen“

Frau Lustig will auf ihrem Balkon Blumenkästen befestigen. Sie hat Platz für 3 Kästen ($a = 80\text{ cm}$, $b = 20\text{ cm}$, $c = 25\text{ cm}$). Wie viel Blumenerde muss sie einkaufen, wenn sie am Boden eine 1-cm-Sandschicht einfüllt und 3 cm unter dem Rand mit dem Befüllen aufhört.

Abbildung 22: Textaufgabe „Blumenkästen“ (Achleitner/Ratzberger-Klampfer/Weikinger 2011: 191)

Die Textaufgabe „Blumenkästen“ (vgl. Abbildung 22) entstammt dem Lehrwerk *Ganz klar Mathematik 1* für die erste Klasse der AHS-Unterstufe. Die Textaufgabe wird nicht von einer Veranschaulichung unterstützt und steht im Lehrwerk unter dem Kapitel *Quader und Würfel - Textaufgaben*.

9.3.1 Sprachliche und mathematische Analyse der Textaufgabe „Blumenkästen“

In der Textaufgabe „Blumenkästen“ (vgl. Abbildung 22) kommen auf **Wortebene** mit den Substantiven *Balkon, Kästen, Platz, Boden* und *Rand* und den Verben *einkaufen* und *aufhören* einige Wörter vor, die tendenziell dem Alltagsgrundwortschatz zuzuordnen sind. Schwierigere Komposita wie *Blumenkästen*, *Blumenerde* und *1-cm-Sandschicht* sowie bildungssprachliche Verben wie *befestigen* und *einfüllen* machen den Text auf der Wortebene herausfordernd, wobei eine morphologische Zerlegung der Komposita die Bedeutungskonstruktion mit den alltagssprachlichen Wörtern *Blumen, Kasten* und *Erde* vereinfacht. Auch das Deverbativ *Befüllen* ist dem bildungssprachlichen Register zuzuordnen, zudem muss die nominale Verwendung eines Verbes in ihrer syntaktischen Funktion innerhalb der Adverbialergänzung (*mit dem Befüllen*) erkannt werden. Die angegebenen Variablen a , b und c sind als Seitenlängen zu lesen, was zudem ein Verständnis des Kastens als geometrischen Körper voraussetzt.

Auf **Satzebene** sind im Text vor allem die Adverbialbestimmungen mit einleitender Präposition auffällig, deren Verständnis für die lokale Kohärenzbildung und für die Konstruktion des Situations- und Realmodells zentral sind: *Auf ihrem Balkon; unter dem Rand; mit dem Befüllen*. Die beiden letzteren Ergänzungen und die subordinative Verbindung (Konditionalsatz) sowie die Satzverbindung durch die Konjunktion *und* machen den Fragesatz syntaktisch sehr komplex und lang.

Auf der Textebene sind lediglich die anaphorischen Verknüpfungen durch die Proformen *sie* und *ihrem* zu nennen, welche jedoch keine größeren Schwierigkeiten verursachen sollten. Dadurch, dass die

Aufgabe lediglich drei Sätze umfasst, bewegen sich die größten Schwierigkeiten in der Kohärenzbildung auf syntaktischer Ebene.

Ein Vergleich von Besrats Sprachstand im Deutschen mit der Schwierigkeit der Textaufgabe weist lediglich im Bereich *Wortschatz* ein geringeres Niveau von Besrats Sprachstand auf (vgl. Tabelle 7). In allen anderen Bereichen ist mindestens dieselbe Erwerbsstufe erreicht. Schwierigkeiten sollten demnach vor allem im Bereich des Wortschatzes verortet sein. Jedoch wird die Komplexität der Syntax des Fragesatzes (Verknüpfung einer Subordination mit einer konjunktiven Verbindung und zusätzlichem Auftreten von Präpositionalergänzungen) mit dieser Beschreibung nur bedingt widerspiegelt.

Tabelle 7: Vergleich ausgewählter Bereiche Besrats Sprachstandes mit der Textaufgabenschwierigkeit von „Blumenkästen“ mit USB DaZ

Sprachlicher Bereich	Erwerbsstufe Besrat	Beschreibung der Stufe	Textaufgabe „Blumenkästen“	Beschreibung der Stufe
Verbformen				
Person und Numerus	4 von 5	2. P. Sing. / 3. P. Pl. / 1. P. Pl.	3 von 5	3. P. Sing.
Tempus	5 von 6	Futur	1 von 6	Präsens
Genus Verbi	1 von 3	Aktive Verbformen	1 von 3	Aktive Verbformen
Verbstellung	4 von 6	Verbendstellung im Nebensatz	4 von 6	Verbendstellung im Nebensatz
Realisierung von Subjekten und Objekten	7 von 11	Akkusativobjekt	7 von 11	Akkusativobjekt
Aussageverbindungen	5 von 6	Einfache subordinierende Satzverbindungen	5 von 6	Einfache subordinierende Satzverbindungen
Wortschatz	7 von 10	Übergangsstufe Grundwortschatz → Aufbauwortschatz	8 von 10	Aufbauwortschatz

Die Aufgabe kommt aus dem Bereich der Geometrie und behandelt die Volumenberechnung. Da die Textaufgabe nicht durch eine Visualisierung unterstützt wird, erfordert sie räumliches Vorstellungsvermögen. Um erfolgreich das Situationsmodell zu konstruieren, müssen die zentralen Propositionen im Text (*Blumenkasten, Blumenerde, 1-cm-Sandschicht* und *3cm unter dem Rand*) verstanden und in Zusammenhang miteinander gebracht werden. Eine eigene Veranschaulichung des Körpers kann den Schritt zum Realmodell und zur Ableitung der Rechnung vereinfachen. Für die Berechnung des Volumens muss die entsprechende Formel bekannt sein: $V=a \times b \times c$. In diesem Beispiel müssen außerdem von der Höhe des Kastens $c=25cm$ die 3cm unter dem Rand und die 1cm-Sandschicht am Boden abgezogen werden, um die Höhe des zu berechnenden Volumens (eines Kastens) zu erhalten, welche dann noch mit 3 multipliziert werden muss (Frau Lustig hat Platz für 3 Kästen). Die Aufgabe umfasst somit drei Rechenschritte, darunter eine Subtraktion und zwei Multiplikationen. Die größte Herausforderung in der Aufgabe ist die mentale Repräsentation der Situation und dabei vor allem das Verständnis und die Vorstellung einer Schicht am Boden und einem

Abstand unter dem Rand, welches sprachlich relativ komplex beschrieben wird (... wenn sie 3cm unter dem Rand mit dem Befüllen aufhört).

Die in der Textaufgabe umschriebene Handlung kann als kultur- und milieuneutral beschrieben werden und durchaus in der Alltagswelt junger DaZ-Lernender vorkommen.

9.3.2 Analyse des Bearbeitungsprozesses der Textaufgabe „Blumenkästen“

I. Kurzbeschreibung der Textaufgabenbearbeitung

Die Arbeit an der Textaufgabe „Blumenkästen“ fand in der zweiten Sitzung statt und dauerte knapp 30 Minuten. Nachdem sich Besrat am Vortag das Thema „Körper“ gewünscht hatte, suchte ich verschiedene Textaufgaben heraus, die sprachlich und inhaltlich weniger komplex und umfangreich sein sollten, als die Aufgabe „Elektrohändler“ vom Vortag. Bei der Bearbeitung der Aufgabe wurde nach **lautem Vorlesen der Aufgabe** und gemeinsamer **Klärung von Unklarheiten im Text** durch Unterstreichungen im Aufgabentext eine **Übertragung der Situation in eine Zeichnung** angestellt, um das Verständnis des Ausgangstextes zu verdeutlichen und eine Hilfestellung zur Modellierung der mathematischen Operationen zu ermöglichen. Es zeigte sich erst im Laufe von Besrats Versuch, die Situation zeichnerisch darzustellen und die ausschlaggebenden Textpropositionen in die Zeichnung einzufügen, dass einige Textstellen nicht klar waren. So musste mehrmals zurück zum Ausgangstext gegangen und Begriffe und Wortgruppen geklärt werden, bevor es zu einer adäquaten Zeichnung und durch diese zu einer **Mathematisierung** und **Lösung der Aufgabe** kommen konnte.

II. Leseverstehen: Prozesse zur Konstruktion des Situationsmodells

Bei der Frage nach unverständenen Textstellen nannte Besrat zunächst das Kompositum *Blumenerde*, welches sie jedoch nach Zerlegung in die beiden Wörter *Blumen* und *Erde* selbst herleiten konnte. Es kam hier (mit Hilfestellung) zur erfolgreichen Strategie der morphologischen Zerlegung eines aus zwei alltagssprachlichen Nomen bestehenden Kompositums. Weiter nannte Besrat das bildungssprachliche Deverbativ *Befüllen*, das sie ebenfalls nach einer Erklärung über das Verb *befüllen* mit synonymen alltagssprachlichen Verben wie „reintun“ und „reingeben“ verstehen konnte.

Beim folgenden Versuch, den Text in eine Zeichnung zu übertragen (vgl. Abschnitt 3.3.1), wurde ersichtlich, dass Besrat verschiedene Textstellen falsch verstanden oder falsch gedeutet hat (vgl. Abbildung 23). Diese Zeichnung kann als erstes **Situationsmodell** interpretiert werden, da es unmittelbar nach der Lektüre und Klärung der genannten Wörter erstellt wurde.

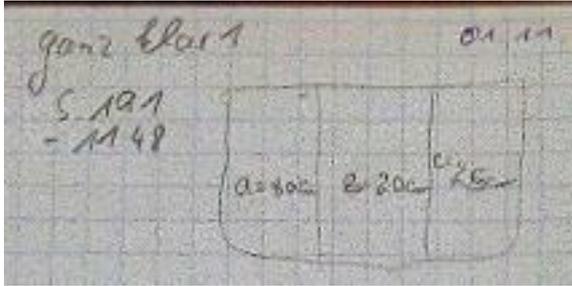


Abbildung 23: Erste Zeichnung zur Textaufgabe „Blumenkästen“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 01.11.2016 (vgl. Anhang 3.2)

Anhand Besrats Erklärung ihrer Zeichnung können die drei gezeichneten Rechtecke als die drei zur Verfügung stehenden Plätze gedeutet werden, welche von links nach rechts mit den Variablen a , b und c und den jeweiligen Größen beschriftet sind (T4: 00:04:35):

I: Ja. Was hast du dir gedacht?

B: Hm. Sie hat drei Platz. Jede Platz hat hm. Zum Beispiel a ist 80cm, b ist 20 und c ist 25 [...]

Das deutet darauf hin, dass Besrat nicht verstanden hat, dass es sich bei einem Kasten um einen quaderförmigen Körper mit den Seitenlängen a , b und c handelt, sie also das Wort Kasten missverstanden hat. Das wird an folgender Äußerung deutlich (T4: 00:06:50):

I: Was ist ein Kasten?

B: Das ist eine Material, oder?

Mit der Annahme, dass es sich beim Wort *Kasten* um ein Material handelt, macht ihre eindimensionale Zeichnung zwar mehr Sinn, es zeigt jedoch auch, dass die Angabe *Sie hat Platz für drei Kästen ($a=80\text{cm}$, $b=20\text{cm}$, $c=25\text{cm}$)* nicht in den gesamten Kontext eingebettet wurde, **Prozesse zur satzübergreifen, globalen Kohärenzbildung** zu diesem Zeitpunkt also noch nicht oder fehlerhaft stattgefunden haben, da das Befüllen eines Materials mit Blumenerde wenig Sinn ergibt. Es ist außerdem möglich, dass Besrat den Zusammenhang zwischen dem ersten und dem zweiten Satz nicht verstanden hat und ihr nicht klar war, was mit der Blumenerde geschieht.

Nachdem das Wort Kasten erklärt wurde, wurde gemeinsam der entsprechende Körper (Quader) hergeleitet (T4: 00:08:04):

I: Ein Kasten ist/ Zum Beispiel man sagt auch zu einem Schrank ein Kasten.

B: Ok.

I: Was ist denn ein Schra/ wie ist denn ein Schrank, welchen Körper hat denn ein Schrank?

B: Schrank ist Viereck.

I: Aber/ Ja ein Viereck, aber was für ein Körper ist das dann mit einem Viereck? (zeigt etwas)
Wie heißt der Körper?

B: Hm. [...] Quadrat.

I: Hm, fast.

B: Würfel?

Die Klärung der Besonderheiten eines Würfels, der drei gleiche Seitenlängen hat, und dem Vergleich mit einem sich im Raum befindenden Kasten und dessen ungleiche Seitenlängen, kam Besrat letztlich darauf, dass es sich um einen Quader handeln musste. Die geometrischen, fachsprachlichen Begriffe (Viereck, *Quadrat*, *Würfel*, *Quader*, an anderer Stelle nennt sie auch *Pyramide*) waren ihr zwar alle bekannt, deren Übertragung auf reale Objekte, hier durch die Benennung des geometrischen Körpers eines Kastens, fiel ihr jedoch sehr schwer. Es liegt hier also eine Schwierigkeit in der (dreidimensionalen/räumlichen) Vorstellung abstrakter, geometrischer Begriffe und dadurch einer falschen sprachlichen Verwendung dieser Begriffe vor. Es ist durchaus vorstellbar, dass es Besrat dennoch gelungen wäre, der Zeichnung eines Kastens den Körper Quader zuzuordnen. So gelang ihr nach dieser Klärung auch die zeichnerische Darstellung des Quaders, zunächst ohne Beschriftung der Schicht am Boden und des Randes oben (vgl. Abbildung 24).

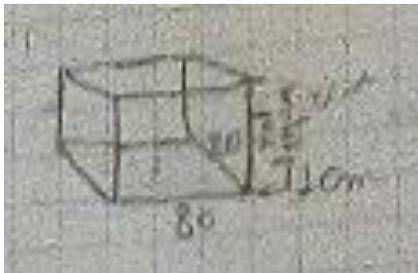


Abbildung 24: Zeichnung des Quaders, Textaufgabe „Blumenkästen“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 01.11.2016 (vgl. Anhang 3.2)

Für das vollständige Situationsmodell fehlte also noch die Berücksichtigung der Sandschicht sowie des nicht befüllten Teils unter dem Rand, beide Informationen sind im Konditionalsatz des zweiten Satzes enthalten: „..., wenn sie am Boden eine 1-cm-Sandschicht einfüllt und 3cm unter dem Rand mit dem Befüllen aufhört.“ Es stellte sich beim Blick auf diesen Nebensatz heraus, dass Besrat sowohl das Wort *Sandschicht*, als auch die Adverbialergänzung in Form einer Präpositionalgruppe *unter dem Rand* nicht verstand (T4: 00:05:08):

B: Und die wurde 1-cm- Sand/ [...]

I: Sandschicht.

B: Was ist das, Sandschicht?

Die Vorstellung der Schicht und deren Übertragung in die Zeichnung fiel Besrat besonders schwer und wurde durch einen mit Wasser gefüllten Behälter veranschaulicht. Der Darstellungswechsel führte zum Verständnis der Situation.

Dass der Ausdruck *unter dem Rand* unklar war, zeigt sich an folgender Passage (T4: 00:21:10):

I: Wo sind die 3cm?

B: (zeigt auf eine Stelle in der Zeichnung) hier oder?

I: Mhm. Lies mal den Text genau.

B: Unter dem Rand.

I: Genau! Unter dem Rand.

B: Ja!
 I: Was heißt das?
 B: Unter ist hier (zeigt auf eine Stelle in der Zeichnung)
 I: Was ist der Rand? Was ist mit dem Rand gemeint? [5] Was ist der Rand von diesem Kasten?
 Was ist der Rand?
 B: Hm. [4] (unv.)

Anschließend habe ich das Wort erklärt und mit dem Verständnis von *unter dem Rand* war dann von einer vollständigen und adäquaten mentalen Repräsentation der Propositionen auszugehen, wie auch die Vervollständigung der Zeichnung annehmen lässt.

III. Zwischenschritt zur Mathematisierung: Vom Situations- zum Realmodell

Der Übergang vom Situationsmodell zum Realmodell ist bei dieser Aufgabe fließend und ergibt sich aus obiger Zeichnung (vgl. Abbildung 24 inklusive der Beschriftung von Schicht und Rand) sowie dem Erkennen der gesuchten Größe. Dies gelang Besrat noch bevor sie die Informationen aus dem Nebensatz verstanden hat (T4.: 00:14:07):

B: Ich muss jetzt Volumen finden, oder?
 I: Du musst das Volumen finden, genau!
 B: Ja, weil diese Frage ist: (liest) Wieviel Blumenerde muss sie einkaufen.

IV. Mathematisierung und mathematisches Arbeiten

Es werden für die Lösung der Aufgabe zwei Rechnungen benötigt. Die Subtraktion zur Berechnung der Höhe des Quaders wird von Besrat nach dem Verständnis von *Rand* und *Schicht* und der visuellen Darstellung direkt abgeleitet und ohne Schwierigkeiten im Kopf berechnet (vgl. Abbildung 25; (T4: 00:25:59):

B: 25 minus 3cm und 1cm, oder?
 I: Genau!
 B: Ich muss machen.
 I: Das musst du machen, genau! Richtig.
 [...]
 B: Hm. Die Höhe ist 25cm minus 4cm.
 I: Genau!
 B: Die ganze Höhe ist jetzt 21cm.
 [...]
 B: Und jetzt ich muss Volumen machen oder?



Abbildung 25: Berechnung der Höhe, Textaufgabe „Blumenkästen“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 01.11.2016 (vgl. Anhang 3.2)

Die Formel für die Volumenberechnung war Besrat bekannt und sie konnte die Rechnung direkt aufstellen. Zur Berechnung wurde der Taschenrechner herangezogen.

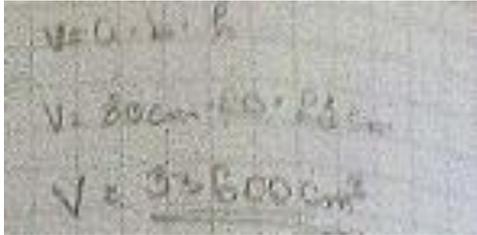


Abbildung 26: Berechnung des Volumens, „Blumenkästen“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 01.11.2016 (vgl. Anhang 3.2)

Es hätte hier noch eine Multiplikation mit drei stattfinden müssen, was ich selbst auch übersehen habe.

V. Antwortformulierung (mündlich und schriftlich)

Zur Formulierung des Antwortsatzes fand folgende Interaktion statt (T4: 00:28:16):

- I: Kannst du den Antwortsatz schreiben? 33600 wie sagt man dazu?
 B: Hm. Kubikzentimeter.
 I: Was?
 B: Blumenerde. Sie hat gekauft. Sie muss gekauft/ einkaufen.
 I: Genau.
 B: Sie muss [...] 33600 Kubikzentimeter Blumenerde einkaufen. Oder?
 I: Perfekt!

Es zeigt sich hier neben der Kenntnis des schwierigen Fachbegriffes Kubikzentimeter eine unmittelbare Selbstkorrektur von *hat gekauft* über *muss gekauft* bis zur richtigen Äußerung *muss einkaufen*. Daraufhin kam es zur einwandfreien Verschriftlichung des Antwortsatzes (vgl. Abbildung 27).

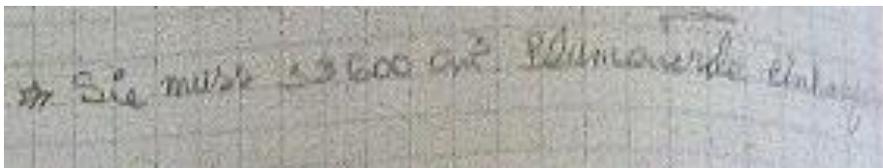


Abbildung 27: Antwortsatz zur Textaufgabe „Blumenkästen“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 01.11.2016 (vgl. Anhang 3.2)

Es lässt sich zusammenfassen, dass bei der Bearbeitung der Aufgabe trotz der geringeren Länge und einer vermeintlich einfacheren Sprache als in der Aufgabe „Elektrohändler“ vom Vortag ebenfalls einige Hilfestellungen notwendig waren. Die Unterstützung fand zum einen auf sprachlicher Ebene statt und umfasste bildungssprachliche Ausdrücke (*Sandschicht*, *Befüllen*, *unter dem Rand*) sowie alltagssprachliches Vokabular (*Blumenerde*, *Kasten*) sowie kohärenzbildende Aspekte auf Satz- und Textebene. Daneben kam es bei der räumlichen Vorstellung und der Übertragung in eine zeichnerische Darstellung zu einer Unterstützung auf kognitiver Ebene.

9.4 Textaufgabe „Golfbälle“

Golfbälle werden zu je 5 Stück gekauft. Die Bälle haben einen Durchmesser von rund 4 cm. Wie groß muss die Oberfläche des Kartons für die Verpackung mindestens sein?

Abbildung 28: Textaufgabe „Golfbälle“ (Achleitner/Ratzberger-Klampfer/Weikinger 2011: 191)

Die Textaufgabe „Golfbälle“ (vgl. Abbildung 28) entstammt dem Lehrwerk *Ganz klar Mathematik 1* für die erste Klasse der AHS-Unterstufe. Die Textaufgabe wird von einer Veranschaulichung (vgl. Abbildung 29) unterstützt und steht im Lehrwerk unter dem Kapitel Quader und Würfel - Textaufgaben.

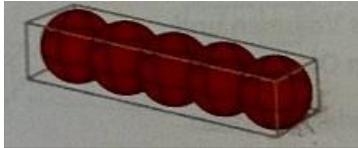


Abbildung 29: Visualisierung der Aufgabe „Golfbälle“ (Achleitner/Ratzberger-Klampfer/Weikinger 2011: 191)

9.4.1 Sprachliche und mathematische Analyse der Textaufgabe „Golfbälle“

Die Textaufgabe „Golfbälle“ (vgl. Abbildung 28, 29) ist sehr kurz, beinhaltet kaum irrelevante Informationen und zeichnet sich durch eine sehr präzise Beschreibung aus. Auf **Wortebene** ist das Vorkommen einer alltagssprachlichen Lexik (*kaufen, Karton, Stück, Ball, Golfball, Verpackung, groß*) zu erkennen, welche durch fachsprachliche Substantive (*Durchmesser, Oberfläche*), bildungssprachliche Adverbien (*rund* und *mindestens*) sowie anspruchsvoller Präpositionen (*zu* und *je*) ergänzt werden. Sowohl das Adverb *rund* als auch die Präpositionen *zu* und *je* sind Homonyme, was eine Erschließung der jeweiligen Bedeutung anhand des Kontextes erfordert.

Die im Text vorkommenden Präpositionen (*zu je, von, für*) stehen am Übergang zur **Satzebene** und haben eine wichtige kohärenzbildende Funktion. Der erste Satz *Golfbälle werden zu je 5 Stück gekauft* ist durch die Passivkonstruktion und die zentrale Adverbialbestimmung zu je 5 Stück grammatikalisch anspruchsvoll. Ebenso essentiell für den Lösungsprozess ist die Adverbialbestimmung *von rund 4 cm* im folgenden Satz. Der abschließende Fragesatz ist durch die Nominalgruppe mit Genitivattribut *die Oberfläche des Kartons*, die Adverbialbestimmung *für die Verpackung* sowie die Verbklammer muss ... sein syntaktisch herausfordernd und dicht.

Der Text wird durch eine weitere Darstellungsebene in Form einer Abbildung ergänzt und macht somit vom bildlichen Register Gebrauch bzw. wechselt vom symbolischen in das ikonische Repräsentationssystem. Die **Visualisierung** (vgl. Abbildung 29) zeigt das Situationsmodell des Ausgangstextes und unterstützt so durch die Darstellung der fünf Bälle und der Verpackung die Konstruktion der mentalen Repräsentation der Situation.

Besrats Sprachstand im Deutschen liegt lediglich im Bereich *Genus Verbi* unterhalb der Textschwierigkeit (vgl. Tabelle 8). Unberücksichtigt bleiben die Adverbialbestimmung und die Nominalgruppe.

Tabelle 8: Vergleich ausgewählter Bereiche Besrats Sprachstandes mit der Textaufgabenschwierigkeit von „Golfbälle“ mit USB DaZ

Sprachlicher Bereich	Erwerbsstufe Besrat	Beschreibung der Stufe	Textaufgabe „Golfbälle“	Beschreibung der Stufe
Verbformen				
Person und Numerus	4 von 5	2. P. Sing. / 3. P. Pl. / 1. P. Pl.	3 von 5	3. P. Sing.
Tempus	5 von 6	Futur	1 von 6	Präsens
Genus Verbi	1 von 3	Aktive Verbformen	3 von 3	Vorgangspassiv
Verbstellung	4 von 6	Verbendstellung im Nebensatz	3 von 6	Verbkammer I
Realisierung von Subjekten und Objekten	7 von 11	Akkusativobjekt	7 von 11	Akkusativobjekt
Aussageverbindungen	5 von 6	Einfache subordinierende Satzverbindungen	1 von 6	Keine Verbindungen
Wortschatz	7 von 10	Übergangsstufe Grundwortschatz → Aufbauwortschatz	6 von 10	Grundwortschatz

Es handelt sich um eine Aufgabe aus dem Bereich der Geometrie, die räumliches Vorstellungsvermögen erfordert. Durch die Visualisierung wird diese Herausforderung stark vereinfacht. Der Darstellung müssen zur Lösung der Aufgabe die Seitenlängen hinzugefügt und in die Formel zur Berechnung der Oberfläche eingefügt werden. Die Ableitung der Seitenlänge hat insofern eine gewisse Schwierigkeit, als dass der Durchmesser eines Golfballs als entscheidende Größe herangezogen und auf die quaderförmige Verpackung u.a. durch Vervielfachung übertragen werden muss. Somit ist der entscheidende Schritt im Lösungsprozess der Übergang vom Situations- zum Realmodell, in welchem der Durchmesser eines Balles in der Abbildung vorkommt und eine Ableitung der Seitenlängen ermöglicht (vgl. Abbildung 30).

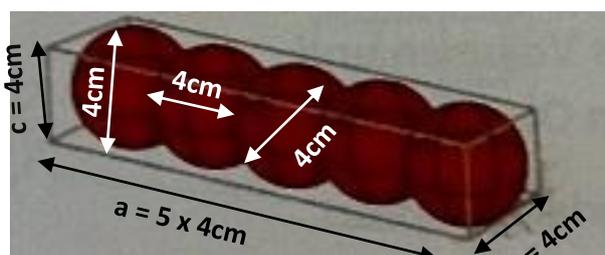


Abbildung 30: Realmodell der Aufgabe „Golfbälle“

Der Übergang des Realmodells in das mathematische Modell erfolgt durch das Einsetzen der Seitenlängen in die Formel zur Berechnung der Oberfläche: $O_Q = 2ab + 2bc + 2ac$ bzw. $O_Q = 2(ab + bc + ac)$. Somit umfasst der Lösungsprozess zwei Rechenschritte (Berechnung der Längen und Berechnung der Oberfläche) und dabei die Multiplikation und die Addition.

Die Textaufgabe ist zwar durch das Vorkommen alltäglicher Gegenstände wie *Bälle* und *Verpackung* leicht zugänglich, die Berechnung einer Verpackungsoberfläche ist dahingegen wohl eher ein Mittel

zum mathematischen Zweck als ein alltagsrelevantes Beispiel. In der Aufgabe stehen letztlich eher die Formen als die Gegenstände an sich im Zentrum, die Gegenstände erlauben jedoch eine Übertragung der mathematischen Körper in die reale Welt und können gemeinsam mit der bildlichen Darstellung die Vorstellung der Situation und die Modellierung der Rechnung unterstützen.

9.4.2 Analyse des Bearbeitungsprozesses der Textaufgabe „Golfbälle“

I. Kurzbeschreibung der Bearbeitung

Diese Textaufgabe folgte direkt der Aufgabe „Blumenkästen“ in der zweiten Sitzung und ist dieser durch die Behandlung eines Quaders sehr ähnlich. Die Visualisierung gibt hier jedoch eine entscheidende Hilfestellung beim Verständnis und es steht mit der Berechnung der Oberfläche ein anderes mathematisches Modell im Zentrum. Die Aufgabenbearbeitung dauerte knapp 25 Minuten, wobei vor allem die Berechnung der Länge des Quaders Schwierigkeiten bereitete. Nach **stillem Lesen** folgte die **Klärung unbekannter Wörter**, die Suche nach den **Längen des Quaders** unter Betrachtung von **Text und Bild**, die **Berechnung** der Oberfläche und letztlich eine mündliche und schriftliche Formulierung eines Antwortsatzes.

II. Leseverstehen: Prozesse zur Konstruktion des Situationsmodells

Nach dem ersten Lesen hatte Besrat Unsicherheiten mit dem Wort Durchmesser, dessen Verständnis für die folgende Modellierung der Rechnung zentral ist (T4: 00:32:25):

B: Durchmesser ist Halbe oder?

I: Was ist das?

B: Durchmesser.

I: (zustimmend) Mhm.

B: Das ist Halbe?

I: Nein. Ein Durchmesser [...] / Bei einem Ball heißt das, das ist die Länge von einer Seite zur anderen.

B: Radius?

I: Radius ist die Hälfte. Radius ist ein halber Durchmesser.

B: (zustimmend) Mhm.

Nach kurzer Zustimmung, keine weiteren Fragen zum Text zu haben, nannte Besrat noch das Adverb *mindestens* (T4: 00:33:17):

I: Hast du sonst alle Wörter verstanden?

B: Ja!

I: Super! [5]

B: Und diese? (liest) Mindestens.

Da die folgende Umschreibung nicht verstanden wurde, kam es durch die Übersetzung ins Englische „at least“ zur Klärung des Wortes. Das Wort *mindestens* hat für die Lösung der Rechnung sowie für das Verständnis der Situation keine große Relevanz, da es lediglich den Hinweis gibt, dass die

Verpackungsoberfläche nicht kleiner, aber durchaus größer sein kann, als die akkurate Berechnung mit den angegebenen Zahlen. Es könnte durchaus zur Vereinfachung des Textes weggelassen werden, da im Lesefluss und auf Wortverständnisebene unnötig Konzentration aufgebracht werden muss.

Obwohl Besrat an dieser Stelle keine weiteren Fragen zum Text hatte, wurde an späterer Stelle ersichtlich, dass die Wortgruppe *zu je 5 Stück* nicht ganz klar war, was vor allem für die Ableitung des Realmodells relevant ist. Die Situation, dass es sich um eine Verpackung mit Bällen handelt und danach gefragt ist, wie groß die Oberfläche sein muss, ist Besrat jedoch klar. Dies wird auch durch das direkte Aufstellen der Oberflächenformel deutlich.

III. Reduktion der Informationen: Vom Situations- zum Realmodell

Mit der Aufstellung der Oberflächenformel und der Suche nach den einzusetzenden Längenangaben befinden wir uns bereits bei der Herstellung des Realmodells und auf halbem Wege zur Mathematisierung des Textes.

Bei der Zusammenfassung der Informationen kam es zu einigen Unklarheiten. Ausgehend von Besrats Äußerung „Alles ist vier, oder“ (T4: 00:39:07) bei der Suche nach den Längen, lässt sich ein Realmodell ableiten, bei welchem nur ein Ball verpackt ist (vgl. Abbildung 31). Dass Besrat jedoch tatsächlich dieses Bild vor Augen hatte, ist aufgrund der vorliegenden Darstellung nicht anzunehmen. Es scheint sich hier eher um eine Unsicherheit auf logischer Ebene zu handeln, die sich durch einen Rückgriff auf die im Text ersichtlichen Zahlen ausdrückt.

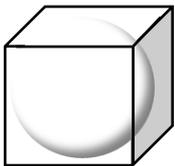


Abbildung 31: Erstes Realmodell der Textaufgabe „Golfbälle“ mit vier gleichen Seitenlängen

Besrat gelingt es an dieser Stelle nicht, die Zusammenhänge zwischen Text, Bild und dem Resultat für das mathematische Modell herzustellen. Dass dies mitunter an einem noch mangelnden Textverständnis lag, macht das erneute Heranziehen des Aufgabentextes im Rahmen der Suche nach den Seitenlänge deutlich (T4: 00:33:44):

B: Diese 5 Stück ist, hm, Umfang?

I: Nein. Was heißt 5 Stück? Das ist nicht der Umfang. [...]Das/ Man sieht es auf dem Bild eh ganz gut.

B: Ja. Wie viele drinnen in Packung, oder?

I: Wie viele drinnen sind in der Packung, genau! 5 Stück.

B: Mhm.

Die Benennung der Seitenlängen mit den fachsprachlichen Bezeichnungen *Länge*, *Breite* und *Höhe* führte durch das gleichzeitig verwendete Adjektiv *lang* zu Verwirrung. Ich habe mehrmals mit dem Bild

erklärt, wo sich die jeweiligen Seitenlängen befinden. Hier wird deutlich, dass die Versprachlichung einer geometrischen Darstellung durch fachsprachliche Termini, welche eine genaue Zuordnung von Wort und Bild erfordert, für Besrat eine sprachliche Herausforderung darstellt.

Bei der weiteren Zuordnung von Länge, Höhe und Breite und dem Versuch, die jeweiligen Größen zu bestimmen, wird erkennbar, dass der zuvor geklärte Begriff *Durchmesser* doch noch unklar war (T4: 00:46:12):

I: Wie viele Zentimeter ist die Breite?

B: Ich glaube acht Zentimeter. Weil diese ist Durchmesser ist Halbe oder? Vier Zentimeter.

I: Nein, der Radius ist halb, der Radius ist halb. Der Durchmesser ist der ganze Ball.

Besrat wiederholt hier das Verständnis von Durchmesser als „Halbe“, welches sie bereits zu Beginn genannt hat. Dies lässt darauf schließen, dass sich diese Vorstellung des Konzeptes, das hinter dem Begriff *Durchmesser* liegt, schon zuvor eingepägt hatte und daher nicht zu einer unmittelbaren Veränderung des Konzeptes und einer Abgrenzung des Begriffes zum Begriff und Konzept *Radius* kommen konnte.

Nachdem die Höhe und die Breite mit 4cm erkannt wurden, kann durch Hilfestellungen die Länge abgeleitet werden (T4: 00:48:03):

I: Wie lang ist das denn jetzt (bezieht sich auf die Länge) [11] Wenn es EIN Ball ist, wie lange ist es dann?

B: Vielleicht zwei Zentimeter? Ach so, vier.

I: Vier, oder?

B: Ja, mhm.

I: Weil das ja immer gleich ist. Bei dem Ball sind in alle Richtungen immer gleich viel.

B: Ja.

I: Ja, das heißt, wenn das vier Zentimeter sind, wie viele sind es dann mit fünf Bällen? So sind es?(verdeckt auf der Darstellung drei Bälle)

B: zwölf Zentimeter.

I: Zwei Bälle?

B: Ach so, acht!

I: (verdeckt zwei Bälle)

B: 10 Zentimeter.

I: Fast. (lacht) Schau, es sind/ mit einem Ball sind es vier Zentimeter.

B: Ein Ball ist vier Zentimeter?

I: Ja! [...] Ein Ball hat den Durchmesser vier Zentimeter. Und jetzt brauchen wir/ Nicht einen Ball sondern?

B: 20 Zentimeter.

I: Genau! Fünf Bälle und 20 Zentimeter. Und jetzt kannst du es ausrechnen.

Die überraschte Äußerung, dass ein Ball vier Zentimeter Länge bedeutet, obwohl genau dies zuvor erklärt wurde und Besrats Äußerungen zufolge auch verstanden worden ist (siehe Hervorhebungen), deutet darauf hin, dass hier doch noch kein komplettes Verständnis vorlag. Dies erklärt auch das Raten der jeweiligen Längen mit unterschiedlich vielen Bällen. Mit der Äußerung „Ein Ball ist vier

Zentimeter?“ und der folgenden, raschen Berechnung der Gesamtlänge im Kopf hat Besrat die Situation verstanden und ein adäquates Realmodell herstellen können.

IV. *Mathematisierung und mathematisches Arbeiten*

Die Mathematisierung bereitete Besrat aufgrund der Kenntnis der Oberflächenformel für einen Quader nach der Zuordnung der Seitenlängen und den jeweiligen Größen keine Probleme, die Größen konnten in die Formel eingesetzt und die Oberfläche berechnet werden. Hierbei musste lediglich bei der Herleitung der Einheit nachgeholfen werden (T4: 00:52:04):

I: Das stimmt. Aber, Moment! Aufpassen. Welche/ was ist das jetzt? Zentimeter? Was haben wir ausgerechnet?

B: Oberfläche.

I: Oberfläche.

B: Ja.

I: Was ist denn eine Fläche? [...] Zentimeter?

B: Hm.

I: Volumen ist ja Kubikzentimeter.

B: Ja. Oberfläche ist [...] hoch zwei Zentimeter.

I: Genau! Quadratzentimeter.

Das fachsprachliche *Quadratzentimeter* kam Besrat an dieser Stelle nicht von den Lippen, da sie es aber bei der Formulierung des Antwortsatzes verwendete, war ihr das Wort wohl schon bekannt.

V. *Antwortformulierung (mündlich und schriftlich)*

Bei der Formulierung des Antwortsatzes, der durchaus komplex ist und einige Umstellungen der Frage mit sich bringt, kam es zu einer Selbstkorrektur, die vor allem die Syntax betraf (T4: 00:52:57):

I: Wie ist dann der Antwortsatz? [47]

B: Die Oberfläche hm des Kartons groß/ nein/ muss 352 Quadratzentimeter groß [...] sein.

Besrat erkannte hier, dass die Nominalgruppe *Die Oberfläche des Kartons* zusammengehört und das Subjekt bildet. Die schnelle Veränderung der Verbstellung, nachdem sie zunächst das Adjektiv *groß* an dessen Stelle setzte, und die korrekte Wortstellung der Verbklammer *muss...sein* sowie der Ergänzung *352 Quadratzentimeter* zeigt Besrats grammatikalisches Wissen. Auch dass sie das Wort *mindestens* sowie das Attribut *für die Verpackung* als entbehrlich erkennt und sich hier auf die wichtigen Satzteile beschränkt, erfordert syntaktisches sowie semantisches Wissen und ein Verständnis von Ergebnis und dessen Zusammenhang mit der Ausgangssituation.

Für die schriftliche Produktion des Antwortsatzes fügte Besrat auf meinen Hinweis hin noch das Wort *mindestens* ein, wobei ich bei der Stellung im Satz behilflich war (vgl. Abbildung 32).

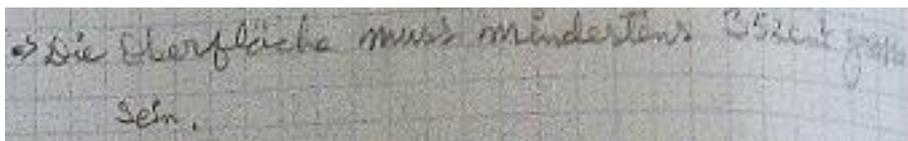


Abbildung 32: Antwortsatz „Golfbälle“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 01.11.2016 (vgl. Anhang 3.2)

Es zeigte sich bei der Bearbeitung der Aufgabe, dass das Verständnis des Textes und darin vorkommender Konzepte doch nicht so klar war, wie dies anfangs den Eindruck machte. Dies kann mit fachsprachlichen Vokabeln, die zwar bekannt, jedoch nicht richtig verstanden wurden (z.B. Durchmesser) sowie der zentralen bildungssprachlichen Wortgruppe *zu je 5 Stück* erklärt werden. Außerdem ist auffällig, dass die Veranschaulichung der Aufgabe nicht die zu erwartende Unterstützung darstellte, sondern teilweise eher Unstimmigkeiten zwischen Textverständnis und bildlicher Repräsentation hervorrief. Weiter macht die Bearbeitung der Aufgabe den Zusammenhang zwischen sprachlicher Proposition und kognitiv-logischer Aktivität deutlich, da es an mehreren Stellen zu einem scheinbaren Verständnis des Textes und gleichzeitig zu Missverständnissen in der Übertragung auf die bildliche Darstellung bzw. das mathematische Modell kam.

9.5 Interpretation der Ergebnisse

Um den Bogen zur eingangs formulierten Forschungsfrage und den abgeleiteten Unterfragen zu spannen, werden an dieser Stelle die Ergebnisse der Analyse auf die Fragen bezogen und dabei die Hypothesen überprüft. Dabei ist es wichtig hervorzuheben, dass die Ergebnisse dieser Untersuchung keinesfalls eine generalisierbare Antwort auf die aufgeworfenen Fragen geben können und Hypothesen im Allgemeinen bestätigen oder widerlegen können, sondern vielmehr einen spezifischen Fall beschreiben. Dieser ist durch den individuellen Kontext, wozu der Sprachstand im Deutschen, die Sprachlernbiographie, die bisherigen Lernerfahrung im Fach Mathematik und der Zugang zu Mathematik im Allgemeinen gehören, gekennzeichnet.

Inwiefern spielen sprachliche Kompetenzen eine Rolle beim Lösen von mathematischen Textaufgaben?

Die Frage, welche bereits durch die im Theorieteil dargestellten Forschungsergebnisse eine generelle Antwort erfahren hat, lässt sich auch anhand der vorliegenden Analyse in ähnlicher Weise beantworten: Die Sprachkompetenz ist für das Lösen von Textaufgaben ausschlaggebend, wobei vor allem Lesekompetenzen von entscheidender Bedeutung sind. Die Analyse der Fördereinheiten hat gezeigt, dass Besrat den mathematischen Ansprüchen der bearbeiteten Textaufgaben durchaus gewachsen ist, jedoch auf sprachliche Unterstützung angewiesen war. Dies lässt sich nicht zuletzt mit der mathematischen Vorbildung, die Besrat in Äthiopien erfahren hat, erklären. An manchen Stellen kam es neben der sprachlichen Unterstützung auch zu einer Unterstützung bei der Übersetzung der Situation in ein mathematisches Modell, meist war jedoch nach einem Verständnis der Situation und der Frage die Mathematisierung und Lösung der Aufgabe möglich.

Es lässt sich somit die Hypothese „Anspruchsvolle Aufgaben können auch bei Verständnis der Rechenoperationen nicht gelöst werden, wenn sprachliche Kompetenzen fehlen“ bestätigen.

Inwiefern sind die Ergebnisse vorliegender Studien auf den Kontext eines im Jugendalter beginnenden Zweitspracherwerb (bzw. bei Seiteneinsteiger_innen) übertragbar?

Besrat befand sich im Unterschied zu Schüler_innen der vorgestellten empirischen Studien (vgl. 3.1) in einem im Jugendalter einsetzenden Zweitspracherwerb. Die Ergebnisse der vorliegenden Erhebung zeigen, dass der Sprachstand eine entscheidende Rolle für die Lösung von Textaufgaben einnimmt, die Ergebnisse sprechen also für eine generelle Übertragbarkeit. Den größten Unterschied sehe ich in der mathematischen Vorbildung, die Seiteneinsteiger_innen erfahren haben, sowie in den sich durch Sprachkontakte und Sprachlernerfahrung unterscheidenden individuellen Sprachstände in der Zweitsprache.

Sofern Konzepte, wie beispielsweise der Begriff des Volumens, bereits in der Erstsprache gelernt und verstanden wurden, kann lediglich eine Übersetzung ausreichen, um den Lösungsprozess fortzusetzen. Dies kann im Vergleich zu zweisprachig aufwachsenden Kindern, die die Konzepte in ihrer Zweitsprache lernen und möglicherweise nicht verstehen, die Lösung der Aufgabe begünstigen. Seiteneinsteiger_innen können hinsichtlich des Verständnisses von mathematischen Konzepten und Rechenoperationen im Vergleich zu Schüler_innen mit einer durchgehend in Österreich stattfindenden Bildungsbiographie durchaus auf einem gleichen oder höheren Niveau befinden. Mathematische Vorkenntnisse werden jedoch hauptsächlich nach der Identifikation der mathematischen Lücke zum Einsatz gebracht. Diese Identifikation erfordert ein Verständnis der im Text geschilderten Situation, das sprachliche Verständnis ist also Voraussetzung für die Aufgabenbewältigung. Aufgrund des kürzeren Sprachkontaktes ist jedoch von einem geringeren Sprachstand und einem weniger ausgereiften Vokabular in der Zweitsprache auszugehen, was die Lösung von Textaufgaben enorm erschweren kann. Hierbei legt die vorliegende Analyse nahe, dass vor allem auf der Wortebene Schwierigkeiten auftreten. Es kann davon ausgegangen werden, dass Kinder und Jugendlichen, die schon länger mit der deutschen Sprache in Kontakt sind, auf dieser Ebene weniger Schwierigkeiten haben.

Wie nun die sprachlichen Herausforderungen konkret aussehen, welche Rolle dabei die Register Alltags-, Bildungs- und Fachsprache spielen, inwiefern sich in der Analyse eine Verschränkung von sprachlichen und mathematischen Kompetenzen erkennen lässt, welchen Effekt Darstellungen und Visualisierungen bei der Bearbeitung der Textaufgaben haben und wo letztlich jenseits von Leseprozessen Schwierigkeiten in der Bearbeitung von Textaufgaben auftreten wird im Folgenden durch die Interpretation der Analyse hinsichtlich der formulierten Unterfragen zusammengefasst.

Welches sind die konkreten Schwierigkeiten auf Wort-, Satz- und Textebene und welche Rolle spielen dabei das alltags-, bildungs-, bzw. fachsprachliche Register?

Die Analyse hat gezeigt, dass die größten Schwierigkeiten auf der Wortebene zu verzeichnen sind. Dabei waren es vor allem Substantive, die sowohl dem alltagssprachlichen als auch dem bildungs- und fachsprachlichen Register zugeordnet werden können (vgl. Tabelle 9). Auffällig ist das Vorkommen von bildungssprachlichen Komposita.

Tabelle 9: Schwierigkeiten auf Wort-, Satz- und Textebene in den analysierten Textaufgaben

		Alltagssprache	Bildungssprache / Fachsprache ⁴⁰
Wortebene	Substantive	Gerät, Aussteller, Kasten, Elektrohändler, Blumenerde, Blumenkästen	Verzinsung, Durchmesser, das Befüllen, Ratenkauf, Anzahlung, Restbetrag, Monatsrate, Variante, Barzahlung, Sandschicht
	Verben		anbieten, nennen
	Sonstige	Mindestens	
Satzebene	Wortgruppen	Unter dem Rand	mit dem Befüllen; zu je 5 Stück
	Syntax		Nenne Gründe, weshalb...sind.
Textebene	Anaphorik durch Synonyme	Kühlschrank → Gerät Ausstellungsstück → Aussteller	

Über die in Tabelle 9 explizit genannten Schwierigkeiten mit den Textaufgaben hinaus lassen sich weitere Verständnisprobleme auf Satz- und Textebene durch komplexen Satzbau, Nominalgruppen und anaphorische Textverweise annehmen. Dass diese nicht explizit genannt wurden, kann einerseits mit der aufgewendeten Konzentration auf der Wortebene erklärt werden. Außerdem ist die Benennung von Schwierigkeiten, die über die Wortebene hinausgehen, durchaus anspruchsvoll und erfordert grammatikalisches Wissen und Vokabular.

Da Besrats Sprachstand im Deutschen vor allem im lexikalischen Bereich unterhalb der Schwierigkeit der Textaufgaben lag, ist die vorwiegende Verortung der Probleme auf dieser Ebene nicht überraschend. Dass einige der Wörter aus dem alltagssprachlichen Register nicht bekannt waren, kann auch mit den spezifischen Kontexten, auf die sich die Textaufgaben beziehen und die in Besrats alltäglichem Zweitspracherwerb wenig bis keine Relevanz haben, erklärt werden (Golf, Elektrowaren, Blumenkästen). Es wird somit im Bereich des Leseverstehens neben der *lexikalisch-syntaktische Ebene*

⁴⁰ Aufgrund des fließenden Übergangs werden die beiden Register hier zusammengefasst

die *Situations- und Verständnisebene*, welche vom Weltwissen und der Vertrautheit mit der Situation abhängt, relevant (vgl. 4.3.).

In welcher Phase des Löseprozesses sind Schwierigkeiten zu verorten und wie können diese erklärt werden?

Der Großteil der vorkommenden Schwierigkeiten befindet sich im Bereich des Leseverstehens und ist somit im Prozess der Erstellung eines adäquaten Situationsmodells zu verorten. Teilweise konnten Verständnisschwierigkeiten erst beim Versuch der Mathematisierung erkannt werden, was auf eine Ableitung falscher Realmodelle schließen lässt. In diesem Prozess ist anzunehmen, dass das konzeptionelle Verständnis von Begriffen nicht vollständig ausgebaut war, wie zum Beispiel an Schwierigkeiten mit Wörtern wie *Durchmesser*, *Kasten* oder *Ratenzahlung* erkennbar wird. Bei den geometrischen Körpern waren zudem Schwierigkeiten im räumlichen Vorstellungsvermögen zu erkennen, welche zu fehlerhaften Text – Bild – Übersetzungen geführt haben.

Sobald der Text geklärt und das Realmodell erfolgreich abgeleitet wurde, kam es meist zu einer erfolgreichen Mathematisierung der Situation und bis auf vereinzelte Ausnahmen zu einer problemlosen Durchführung der Rechenoperationen. Dies zeigt das mathematisch-arithmetische Wissen Besrats.

In der letzten Phase des Bearbeitungsprozesses kam es zur mündlichen und schriftlichen Antwortformulierung, in dessen Rahmen eine Einbettung des berechneten Ergebnisses in die Ausgangssituation und dabei eine Validierung des Berechneten stattfand. Da durch mein Eingreifen und die Interaktion die Missverständnisse mit dem Text und Probleme im mathematischen Verständnis bereits geklärt waren, kam der Validierung der Ergebnisse jedoch eine geringe Bedeutung zu. In diesem Schritt kam es dann zu Schwierigkeiten, wenn die Frage eine komplexe Syntax hatte, wie vor allem am Beispiel der Aufgabe „Elektrohändler“ erkennbar wird (Teilaufgabe e: *Nenne Gründe, weshalb Ausstellungsstücke preisreduziert sind*). Diese Frage neben der anspruchsvollen Syntax insofern herausfordernd, als sie keinerlei mathematisches Wissen, sondern ausschließlich Weltwissen und dessen Versprachlichung mit argumentativen Sprachmitteln verlangt. Andere, einfacher strukturierte Fragen konnten hingegen mit wenigen Problemen in Antwortsätze umgewandelt werden. Die in diesem Schritt auftretenden Schwierigkeiten waren bei Besrat somit deutlich sprachlicher und nicht logisch-mathematischer Natur.

Inwiefern haben unterschiedliche Darstellungsformen einen Einfluss auf das Lösen von Aufgaben?

Die in den bearbeiteten Textaufgaben vorkommenden oder herangezogenen bildlichen Elemente hatten unterschiedliche Effekte bzw. unterschiedlichen Nutzen hinsichtlich des Lösungsprozesses. Sie wirkten einerseits unterstützend, wie beispielsweise die visuelle Darstellung des Begriffes *Restbetrag*

(vgl. 9.2.2.). An anderer Stelle schien die bildliche Darstellung eher verwirrend zu sein und es kam zu keiner erfolgreichen Verknüpfung von textlicher und bildlicher Repräsentation (vgl. Textaufgabe „Golfbälle“; 9.4.). Dies könnte auf die Verständnisschwierigkeiten mit dem Text und einen Widerspruch zwischen Besrats mentaler Abbildung der Situation und der visuellen Darstellung zurückgeführt werden.

Bei der Lösung der beiden Textaufgaben zu geometrischen Körpern („Blumenkästen“ und „Golfbälle“) war eine Übertragung des Textes in eine zeichnerische Darstellung naheliegend, um die jeweils relevanten Seitenlängen und die notwendigen mathematischen Operationen für deren Berechnung zu verdeutlichen. Dies erforderte eine räumliche Vorstellung der sprachlichen Propositionen (z.B. *unter dem Rand* oder *1-cm-Sandschicht*) und dessen Übertragung in eine zweidimensionale Ebene. Durch eine Übertragung von einer Darstellung in eine andere ließ zudem erkennen, ob die Situation und das entsprechende mathematische Modell verstanden wurde (vgl. 3.3.1.). Besrat bereitete diese Übertragung teilweise Schwierigkeiten, was sowohl auf unverstandene Textstellen als auch auf Schwierigkeiten im räumlichen Vorstellungsvermögen zurückzuführen ist.

Die Hypothese, dass *mathematische Lösungsstrategien, die bereits erlernt wurden, aufgrund der Darstellung der Aufgabe (Visualisierung, Symbole, Zeichen) zum Einsatz gebracht werden und beim Lösen der Aufgabe unterstützend wirken, auch wenn es zu Schwierigkeiten im Textverständnis kommt*, kann somit nicht eindeutig beantwortet werden. Auf der einen Seite griff Besrat ständig auf ihr vorhandenes mathematisches Wissen zurück. Ohne jedoch dieses Wissen mit der textuell dargestellten Situation und dem Arbeitsauftrag zu verknüpfen, wäre eine Lösung nicht vorstellbar, was die Bedeutung der sprachlichen Ebene und des sprachlichen Verständnisses hervorhebt. Zudem wäre für eine eindeutige Beantwortung dieser Annahme eine kognitionspsychologische Analyse mentaler Vorgänge notwendig.

An welcher Stelle ist die mathematische Lösungsstrategie relevant und an welcher die sprachliche Anforderung der Aufgabe und inwiefern beeinflussen sich die beiden Bereiche?

Eine klare Trennung von sprachlichen und mathematisch-logischen Aktivitäten im Lösungsprozess von Textaufgaben ist, wie bereits im Theorieteil dargestellt wurde, nicht möglich. Es handelt sich vielmehr um eine enge Verstrickung beider Bereiche, wobei in der anfänglichen Phase die sprachlichen Aktivitäten im Bereich des Leseverstehens überwiegen. Die unter 3.3.1. herausgearbeitete Relevanz von sprachlichen Prozessen im Aufbau von konzeptionellem Wissen von mathematischen Begriffen zeigt sich in Besrats Bearbeitung der Textaufgaben an verschiedenen Stellen. So ist eine ausführliche sprachliche und visuelle Unterstützung von Begriffen wie *Verzinsung*, *Durchmesser*, *Sandschicht*, *Ratenkauf* oder *Restbetrag* notwendig, um zu einem Verständnis der damit ausgedrückten Konzepte

und mathematischen oder räumlichen Implikationen zu gelangen. Diese wiederum selbst mit anderen Worten zu beschreiben, war für Besrat aufgrund mangelnder bildungssprachlicher Mittel ebenfalls eine große Herausforderung, was teilweise zu Unklarheiten führte, ob die Konzepte tatsächlich verstanden wurden.

Die Hypothese, dass *eine Trennung von mathematischen und sprachlichen Kompetenzen dann möglich ist, wenn ein reiner Rechenvorgang erwartet wird, der sich aus der Darstellung (Visualisierung / symbolische Darstellungen) der mathematischen Operation bereits ableiten lässt*, konnte durch die Analyse dieser Textaufgaben nicht bestätigt werden, da bei keiner der behandelten Aufgaben die Rechnung direkt durch die visuelle oder symbolische Darstellung erkennbar war. Es wurde jedoch deutlich, dass sobald eine Rechenoperation erkannt wurde, die Durchführung kaum Schwierigkeiten bereitete. Es ist also davon auszugehen, dass Besrat bei der Lösung von Aufgaben, welche ohne Text eine Rechenoperation darstellen, keine Probleme hat.

Welche sonstigen Erkenntnisse können durch die Beobachtung der Textaufgabenbearbeitung und der dabei stattgefundenen Interaktionen gewonnen werden? Welche Rolle spielt der Dialog in der Aufgabenbearbeitung?

Es ist letztlich hervorzuheben, dass im gemeinsamen Dialog und durch die Unterstützung im Rahmen der Treffen ein Verständnis über alle beschriebenen Situationen und deren Übersetzung in ein mathematisches Modell erreicht werden konnte. Es zeigte sich, dass das Setting durch die Möglichkeit Fragen zu stellen und sich über die Situation und deren Bedeutung für das mathematische Modell auszutauschen, förderlich war und sprachliche und mathematische Kompetenzen zum Vorschein brachte, was ohne diesen Dialog nicht geschehen wäre. So konnten durch dieses Vorgehen nicht nur für diese Arbeit relevante Erkenntnisse hervorgebracht werden, es zeigt zudem, dass die Dialogform im Rahmen der Bearbeitung von Textaufgaben ein förderlicher didaktischer Zugang ist (vgl. dazu auch Schneeberger 2009).

10 Ausblick und didaktische Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen die besondere Rolle der Sprache beim Lösen mathematischer Textaufgaben und geben einen Einblick in die Herausforderungen, mit denen DaZ-Lerner_innen bei der Bearbeitung von Textaufgaben konfrontiert sein können. Am Fallbeispiel mit Besrat konnte so gezeigt werden, dass eine Lösung der Textaufgaben nicht zuletzt aufgrund der Diskrepanz zwischen Sprachstand und den Anforderungen des Textes nur mit Unterstützung möglich war. Es traten dabei Verständnisprobleme mit alltags-, bildungs- und fachsprachlichen Elementen insbesondere auf der Wort-, aber auch auf der Satz- und Textebene auf, die eine korrekte Repräsentation der

Textaufgabensituation erschweren. Darstellungswechsel konnten gleichermaßen eine zusätzliche Herausforderung wie auch eine Verständnisunterstützung sein.

Hinsichtlich des Forschungsfeldes sind die Ergebnisse insofern interessant, als dass das besondere Erhebungssetting und die Analyse eines Gesprächs hinsichtlich der Fragestellung unüblich sind und meist anhand von Tests die Performance von Schüler_innen in Deutsch und Mathematik miteinander verglichen wird. Die Benennung sprachlicher Schwierigkeiten bei der Bearbeitung von Textaufgaben auf Basis einer qualitativen Analyse samt linguistischer und spracherwerbstheoretischer Einordnung stellt eine Seltenheit dar. Die Erkenntnisse decken sich größtenteils mit den Ergebnissen quantitativer Zugänge, liefern darüber hinaus jedoch auch eine individuelle Kontextualisierung und eine Einbettung in den individuellen Zweitspracherwerbsprozess.

Es ist hervorzuheben, dass es die durchgeführte Einzelfallanalyse ermöglichen konnte, die unter 7.2 beschriebenen Vorzüge eines solchen qualitativ-interpretativen Ansatzes auszuschöpfen. So ist eine intensive Beschäftigung sowohl mit den für diesen Fall relevanten Aspekten wie dem Sprachstand, der Aufgabenschwierigkeit, der Bildungsbiographie etc. hilfreich, um zu einer umfassenden und tiefgehenden Beantwortung der aufgeworfenen Fragen zu gelangen, was durch quantitative Auswertungen wie sie bspw. in internationalen Vergleichsstudien vorgenommen werden nicht gewährleistet werden kann. Der Blick auf Besrats spezifischen Kontext des Mathematik- und Zweitsprachenlernens und ihre individuelle Vorgehensweise bei der Lösung der Aufgaben ermöglicht es, besondere fach- und bildungssprachliche Herausforderungen im Zweitspracherwerb zu benennen und Schwierigkeiten innerhalb des Bearbeitungsprozesses zu verorten. Diese Ergebnisse können zwar nicht als repräsentativ verstanden werden, bieten aber dennoch eine gewisse Bestätigung bereits vorhandener Annahmen sowie eine Grundlage für weitere Untersuchungen.

Der Blick auf das Forschungsfeld lässt außerdem erkennen, dass interdisziplinäre Zugänge, die Mathematik- und Sprachdidaktik verbinden, noch eine Seltenheit darstellen. Vor allem seitens der Mathematikdidaktik ist eine Verankerung einer DaZ-Perspektive und sprachsensiblen Zugängen unbedingt notwendig. Die vorliegenden Ergebnisse dieser Forschung können dazu beitragen, ein besseres Verständnis vom Ineinandergreifen mathematischer und sprachlicher Aktivitäten zu bekommen. Gleichzeitig sind weitere Erhebungen nötig, um die aufgeworfenen Fragen zu vertiefen und durch breiter angelegte Projekte repräsentative Antworten zu finden. Dazu gehört in erster Linie eine weitere Konkretisierung der sprachlichen Herausforderungen für DaZ-Lerner_innen im Mathematikunterricht und im Speziellen in der Bearbeitung von Textaufgaben. In einem weiteren Schritt gilt es, ausgehend von diesen Erkenntnissen, didaktische Schlüsse zu ziehen und deren Umsetzung zu evaluieren, sowie diese im Sinne einer sprachsensiblen Fachdidaktik dauerhaft in der Lehrer_innenausbildung zu verankern.

Die Bedeutung einer Integration sprachdidaktischer Ansätze in den Mathematikunterricht wird vor allem in Bezug auf Lerner_innen, die im Jugendalter mit dem Deutschenwerb beginnen, wie es bei Besrat der Fall war, deutlich. So muss im Speziellen in Vorbereitungskursen auf den Pflichtschulabschluss das fachliche mit dem sprachlichen Lernen unter einer Fokussierung fachlicher Besonderheiten unbedingt verbunden werden. Dies erfordert neben einer fachdidaktischen eine sprachdidaktische Expertise, was die Leitung solcher Kurse zu einer besonderen Herausforderung macht. Gleiches lässt sich für naturwissenschaftliche Fächer annehmen. Hinsichtlich der steigenden Zahl von Seiteneinsteiger_innen in das öffentliche Schulsystem sind Lehrkräfte mit einer ähnlichen Herausforderung konfrontiert, die sich durch das Auseinanderklaffen der sprachlichen Vorkenntnisse der Schüler_innen noch schwieriger gestaltet.

Abschließend möchte ich einige Schlüsse für sprachdidaktische Zugänge und eine sprachensible Bearbeitung von Textaufgaben im Mathematikunterricht ausgehend von den Ergebnissen dieser Analyse ziehen.

Es liegt zum Umgang mit Textaufgaben ein Rückgriff auf lesedidaktische Ansätze⁴¹ für die Entlastung vor und die Bearbeitung während des Lesens nahe. Wie der Leseprozess im Fachunterricht didaktisch begleitet werden kann, zeigt zum Beispiel Josef Leisen im *Handbuch Sprachunterricht im Fach* in Bezug auf Sachtexte, was auch auf die Arbeit mit Textaufgaben übertragen werden kann (2013). Hinsichtlich der Ergebnisse dieser Arbeit möchte ich einige Lesestrategien für einen sprachsensiblen Umgang mit mathematischen Textaufgaben sowie didaktische Herangehensweisen ableiten.

Textaufgabenauswahl: Reflektierte Auswahl der Textaufgaben mit Blick auf sprachliche Schwierigkeit (Lexik, Syntax, Informationsdichte, Textlänge), lebensweltlicher Relevanz des vorkommenden Kontextes und unterstützende Darstellungsformen.

Textaufgaben verändern: Es kann sinnvoll sein, die Textaufgaben so zu bearbeiten, dass sie dem Sprachstand der Zielgruppe besser entsprechen. Dafür kann eine Veränderung auf Wortebene (einfachere Wörter aus der Alltagssprache), eine Vermeidung und Umformulierung von schwierigen Nominal- oder Präpositionalphrasen oder eine Umformulierung auf syntaktischer Ebene (Vermeidung von komplexem Satzbau, zwei Sätze anstelle eines komplexen Satzes, Aktiv statt Passiv) vorgenommen werden. Auch unterstützende Darstellungen oder die Veranschaulichung mit Gegenständen können den Leseprozess begünstigen.

Vorentlastung und Aktivierung des Vorwissens: Eine Vorentlastung bietet sich vor allem auf lexikalischer Ebene an, wobei die Ergebnisse der Analyse eine Fokussierung von (bildungssprachlichen)

⁴¹ Zur Leseförderung in DaZ vgl. z.B. Ehlers 2004.

Komposita und wichtigen Inhaltswörtern nahelegen. Die Vorentlastung kann durch eine Aktivierung des Vorwissens zum Aufgabenkontext unterstützt werden bzw. in diese integriert sein.

Fragen zum Text stellen: Durch W-Fragen kann die Informationsdichte und syntaktische Komplexität von Textaufgaben aufgebrochen werden und dadurch syntaktische Strukturen und Zusammenhänge deutlicher werden. Ebenso kann es ein Auftrag an Lernende sein, selbst Fragen zum Text zu formulieren.

Arbeit mit Strukturwörtern - Zusammenhänge im Text herausarbeiten lassen: Durch Aufträge zur Textbearbeitung hinsichtlich der Beziehung verschiedener Propositionen kann eine Förderung syntaktischer und textübergreifender sprachlicher Mittel wie Konjunktionen oder Präpositionen stattfinden. Diese Strukturwörter in den Fokus zu nehmen ist aufgrund ihrer kohärenzbildenden Funktion eine wichtige lesefördernde Maßnahme.

Selektion wichtiger Informationen: Eine Herausarbeitung der für das mathematische Modell relevanten Informationen (z.B. durch unterstreichen/markieren) kann den Lösungsprozess begünstigen und die notwendige Reduktion der Informationen vom Situations- zum Realmodell unterstützen.

Darstellungswechsel: Mathematische Prozesse in ihrer Abstraktheit zu verstehen ist eine besondere Herausforderung, die durch unterschiedliche Darstellungen begünstigt werden kann. Lernende selbst die Darstellung wechseln zu lassen bedarf einer Analyse des Textes und fördert somit auch metakognitive Leseprozesse. Zudem wird durch einen Darstellungswechsel das Verständnis des Gelesenen deutlich. Die räumliche Vorstellung kann ebenfalls durch eine Veranschaulichung mit realen Objekten gefördert werden. Die Arbeit mit unterschiedlichen Darstellungsformen kann jedoch auch zu Verwirrung führen, was eine Einübung und kontinuierliche Arbeit mit unterschiedlichen Darstellungen und die Herstellung von Text-Bild-Zusammenhängen nötig macht.

Kooperatives Lernen und die Bearbeitung von Textaufgaben im Dialog: Letztlich soll der Mehrwert, der durch eine gemeinsame Betrachtung und der Möglichkeit zur Interaktion bei der Bearbeitung von Textaufgaben unterstrichen werden. Verstandenes zu verbalisieren und Fragen zu Unverstandenem stellen zu können, hilft beim Aufbau von Textverständnis und konzeptionellem Wissen.

Die Ausführungen und Ergebnisse machen deutlich, dass Mathematikunterricht unter Bedingungen von Mehrsprachigkeit und Zweitspracherwerb auch gleichzeitig ein Sprachunterricht sein muss, der die jeweiligen sprachlichen Voraussetzungen der Lernenden in Kenntnis nimmt und Textaufgaben sprachsensibel zum Einsatz bringt. Letztlich ist eine unterrichtliche Kommunikation über sprachliche Aspekte in der Mathematik sowie eine sprachliche Aufarbeitung der eingesetzten Textaufgaben eine Aufgabe des Mathematikunterrichts, für dessen professionelle Umsetzung weitere (interdisziplinäre)

Forschungen sowie eine Verbindung von sprach- und fachdidaktischen Zugängen in der Lehrer_innenausbildung notwendig sind.

11 Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1: Besonderheiten des bildungssprachlichen Registers, S. 13

Tabelle 2: Kompetenzbeschreibungen des Curriculums für Lehrgänge zur Vorbereitung auf die Pflichtschulabschluss-Prüfung, S. 58f

Tabelle 3: Arbeitsschritte auf dem Weg zur Datenanalyse und Interpretation, S. 72

Tabelle 4: Ausschnitt aus dem Sequenzprotokoll vom 01.11.2016, S.73

Tabelle 5: Übersicht der ausgewählten Textaufgaben, S. 83

Tabelle 6: Vergleich ausgewählter Bereiche Besrats Sprachstandes mit der Textaufgabenschwierigkeit von „Elektrohändler“ mit USB DaZ, S. 86

Tabelle 7: Vergleich ausgewählter Bereiche Besrats Sprachstandes mit der Textaufgabenschwierigkeit von „Blumenkästen“ mit USB DaZ, S. 98

Tabelle 8: Vergleich ausgewählter Bereiche Besrats Sprachstandes mit der Textaufgabenschwierigkeit von „Golfbälle“ mit USB DaZ, S. 105

Tabelle 9: Schwierigkeiten auf Wort-, Satz- und Textebene in den analysierten Textaufgaben, S. 112

Abbildung 1: Abbildung 1: Das „Eisbergmodell“ sprachlicher Kompetenz (Cummins/Baker 2001: 112), S. 17

Abbildung 2: Modell zur Interpretation sprachlicher Aspekte im Mathematikunterricht (Ellerton/Clarkson 1996: 992), S. 30

Abbildung 3: Gawneds sozio-psycho-linguistisches Modell zusammengefasst von Ellerton/Clarkson (1996: 990), S. 31

Abbildung 4: Modellierung sprachlicher Anforderungen im Fachunterricht (Vollmer/Thürmann 2010: 113, 2013: 47), S. 33

Abbildung 5: Fach- und sprachintegriertes Modell der Darstellungsregister (Prediger/Wessel 2011: 167), S. 45

Abbildung 6: Modellierungskreislauf nach Blum und Leiss (2007 in Schukajlow 2011: 77), S. 45

Abbildung 7: Situation Problem Solver Modell (Reusser 1997: 151), S. 49

Abbildung 8: Interaktionszyklus bei der gemeinsamen Bearbeitung von Textaufgaben, S. 71

Abbildung 9: Ausschnitt aus einer Zusammenfassung des Treffens vom 31.10.2016, S. 74

Abbildung 10: Kompetenzbereiche in USB DaZ, S. 78

Abbildung 11: Textaufgabe „Elektrohändler“, S. 84

Abbildung 12: Rechnung zur Textaufgabe „Elektrohändler“; Ausschnitt aus Rechnung vom 31.10.2017 (vgl. Anhang 3.1), S. 91

Abbildung 13: Realmodell zur Berechnung des Restbetrages; Textaufgabe „Elektrohändler“, S. 91

Abbildung 14: Realmodell des Ratenkonzepts; Textaufgabe „Elektrohändler“, S. 91

Abbildung 15: Mögliches Realmodell von „Elektrohändler“ Teilaufgabe c), S. 92

Abbildung 16: Berechnung der Zinsen, Ausschnitt aus der Rechnung vom 31.10.2017 (vgl. Anhang 3.1), S. 93

Abbildung 17: Rechnung der Teilaufgabe c), „Elektrohändler“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 31.10.2016 (vgl. Anhang 3.1), S. 93

Abbildung 18: Rechnung der Teilaufgabe d), „Elektrohändler“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 31.10.2016 (vgl. Anhang 3.1), S. 94

Abbildung 19: Antwortsatz zu Teilaufgabe a), „Elektrohändler“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 31.10.2016 (vgl. Anhang 3.1), S. 94

Abbildung 20: Antwortsatz zu Teilaufgabe d), „Elektrohändler“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 31.10.2016 (vgl. Anhang 3.1), S. 95

Abbildung 21: Schriftliche Antwort der Teilaufgabe e), „Elektrohändler“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 31.10.2016 (vgl. Anhang 3.1), S. 96

Abbildung 22: Textaufgabe „Blumenkästen“ (Achleitner/Ratzberger-Klampfer/Weikinger 2011: 191), S.97

Abbildung 23: Erste Zeichnung zur Textaufgabe „Blumenkästen“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 01.11.2016 (vgl. Anhang 3.2), S. 100

Abbildung 24: Zeichnung des Quaders, Textaufgabe „Blumenkästen“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 01.11.2016 (vgl. Anhang XY), S. 101

Abbildung 25: Berechnung der Höhe, Textaufgabe „Blumenkästen“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 01.11.2016 (vgl. Anhang 3.2), S. 102

Abbildung 26: Berechnung des Volumens, „Blumenkästen“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 01.11.2016 (vgl. Anhang 3.2), S. 103

Abbildung 27: Antwortsatz zur Textaufgabe „Blumenkästen“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 01.11.2016 (vgl. Anhang 3.2), S. 103

Abbildung 28 Textaufgabe „Golfbälle“ (Achleitner/Ratzberger-Klampfer/Weikinger 2011: 191), S. 103

Abbildung 29: Visualisierung der Aufgabe „Golfbälle“ (Achleitner/Ratzberger-Klampfer/Weikinger 2011: 191), S. 104

Abbildung 30: Realmodell der Aufgabe „Golfbälle“, S. 105

Abbildung 31: Erstes Realmodell der Textaufgabe „Golfbälle“ mit vier gleichen Seitenlängen, S. 107

Abbildung 32: Antwortsatz „Golfbälle“, Ausschnitt aus der Rechnung vom 01.11.2016 (vgl. Anhang 3.2), S. 110

12 Literaturverzeichnis

12.1 Primärquellen

Achleitner, R. / Ratzberger-Klampfer, A. / Weikinger, M. (2011): *Ganz klar Mathematik 1*. Wien: Jugend und Volk.

Interview (I), aufgenommen am 04.11.2016 in Wien, 01:01:31

Tonaufnahme 1 (T1), aufgenommen am 31.10.2016 in Wien, 00:30:45

Tonaufnahme 2 (T2), aufgenommen am 31.10.2016 in Wien, 00:21:33

Tonaufnahme 3 (T3), aufgenommen am 31.10.2016 in Wien, 00:08:35

Tonaufnahme 4 (T4), aufgenommen am 01.11.2016 in Wien, 01:32:15

12.2 Sekundärliteratur

Abedi, J. / Lord, C. (2001) *The Language Factor in Mathematics Tests*. In: *Applied Measurement in Education*, 14/3, S. 219-234.

Ahrenholz, B. (2010a): *Einleitung*. In: Ders. (Hrsg.): *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache*. Tübingen: Narr, S. 1-14.

Ahrenholz, B. (2010b): *Bildungssprache im Sachunterricht der Grundschule*. In: Ders. (Hrsg.): *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache*. Tübingen: Narr, S. 15-35.

Alheit, P. / Dausien, B. (2006): *Biographieforschung in der Erwachsenenbildung*. In: Krüger, H.-H. / Marotzki, W. (Hrsg.): *Handbuch erziehungswissenschaftliche Biographieforschung*. 2. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 431-457.

Barwell, R. (Hrsg., 2009): *Multilingualism in Mathematics Classrooms. Global Perspectives*. Bristol: Multilingual Matters.

Benholz, C. / Frank, M. / Gürsoy, E. (2015): *Deutsch als Zweitsprache in allen Fächern. Eine Einführung in den Band*. In: diess. (Hrsg.): *Deutsch als Zweitsprache in allen Fächern. Konzepte für Lehrerbildung und Unterricht*. Stuttgart: Klett, S. 7-13.

BMBF (o.J.): *Curriculum. Lehrgänge zur Vorbereitung auf die Pflichtschulabschluss-Prüfung*. URL: [letzter Zugriff: 06.07.2017]

Boeckmann, K.-B. (2006): *Aktionsforschung im Fremdsprachenunterricht*. In: Fritz, T. (Hrsg.): *What Next? Trends, Traditionen und Entwicklungen in der LehrerInnen-Ausbildung*. Wien: Verband Wiener Volksbildung – Edition Volkshochschule, S. 115- 136.

Borromeo Ferri, R. (2011): *Wege zur Innenwelt des mathematischen Modellierens. Kognitive Analysen zu Modellierungsprozessen im Mathematikunterricht*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.

Bos, W. / Wendt, H. / Ünlü, A. / u.a. (2012). *Leistungsprofile von Viertklässlerinnen und Viertklässlern in Deutschland*. In: Bos, W. / Wendt, H. / Köller, O. / u.a. (Hrsg.): *TIMSS 2011. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich*. Münster / New York / München / u.a.: Waxmann, S. 269–301. URL:

<https://www.waxmann.com/?eID=texte&pdf=2814Volltext.pdf&typ=zusatztext> [letzter Zugriff: 27.07.2017]

- Brown, C. L. (2005): Equity of Literacy-Based Math Performance Assessments for English Language Learners. In: *Bilingual Research Journal*, 29/2, S. 337-363.
- Chlosta, C. / Schäfer, A. (2014): Deutsch als Zweitsprache im Fachunterricht. In: Ahrenholz, B. / Oomen-Welke, I. (Hrsg.): *Deutsch als Zweitsprache*, 3. Auflage, Baltmannsweiler: Schneider, S. 280 – 297.
- Christmann, U. / Groeben, N. (1999). *Psychologie des Lesens*. In Franzmann, B. / Hasemann, K. / Löffler, D. / u.a. (Hrsg.): *Handbuch Lesen*. München: K. G. Saur, S. 145–223.
- Cummins, D. D. (1991): Children's Interpretations of Arithmetic Word Problems. In: *Cognition and Instruction*, Vol. 8/3, S. 261-289.
- Cummins, J. / Baker, C. [Hrsg] (2001): *An introductory reader to the writings of Jim Cummins*. Clevedon u.a.: *Multilingual Matters*.
- Cummins, J. (2008): BICS and CALP. Empirical and Theoretical Status of the Distinction. In: Street, B. / Hornberger, N. H. (Hrsg.): *Encyclopedia of Language and Education*, 2nd Edition, Volume 2: Literacy, New York: Springer Science + Business Media LLC, S. 71–83.
- Dale, T. C. / Cuevas, G. J. (1987): Integrating Language and Mathematics Learning. In: Crandall, J. (Hrsg.): *ESL through Content-Area Instruction: Mathematics, Science, Social Studies*, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall Regents, S. 9-54.
- Dehn, M. (2011): *Elementare Schriftkultur und Bildungssprache*. In: Fürstenau, S. / Gomolla, M. (Hrsg.): *Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer, S. 129-151.
- Dirim, İ. (2010) „Wenn man mit Akzent spricht, denken die Leute, dass man auch mit Akzent denkt oder so.“ Zur Frage des (Neo-)Linguizismus in den Diskursen über die Sprache(n) der Migrationsgesellschaft. In: Mecheril, P. (Hrsg.): *Spannungsverhältnisse. Assimilationsdiskurse und interkulturell-pädagogische Forschung*. Münster [u.a.]: Waxmann, S. 91-114.
- Dirim, İ. / Mecheril, P. (2010a): Die Sprache(n) der Migrationsgesellschaft. In: Mecheril, P. / Castro Varela, M. d. M. / Dirim, İ. / u.a. [Hrsg.]: *Migrationspädagogik, Bachelor | Master*, Kap. 6. Weinheim und Basel: Beltz, S. 99-120.
- Dirim, İ. / Mecheril, P. (2010b): Die Schlechterstellung Migrationsanderer. Schule in der Migrationsgesellschaft. In: Mecheril, P. / Castro Varela, M. d. M. / Dirim, İ. / u.a. [Hrsg.]: *Migrationspädagogik, Bachelor | Master*, Kap. 6. Weinheim und Basel: Beltz, S. 121 - 149.
- Döll, M. / Heller, L. (2013): Unterrichts begleitende Beobachtung der Aneignung des Deutschen als Zweitsprache (nicht nur) in Österreich. In: Bredel, U. / Ezhova-Heer, I. / Schlickau, S. (Hrsg.): *Zur Sprache.kom. Deutsch als Fremd- und Zweitsprache. MatDaF Band 89*. Göttingen: Universitätsverlag, S. 17-30.
- Duarte, J. / Gogolin, I. Kaiser, G. (2011): Sprachlich bedingte Schwierigkeiten von mehrsprachigen Schülerinnen und Schülern bei Textaufgaben. In: Prediger, S. / Özdil, E. (Hrsg.): *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit. Stand und Perspektiven der Forschung und Entwicklung in Deutschland*. Münster / New York / München / u.a.: Waxmann, S. 35 – 53.
- Ehlers, S. (2004): Lesen in der Zweitsprache und Fördermöglichkeiten. In: *Deutschunterricht* 4/2004, S. 4-10.

- Ehlers, S. (2010): Lesen(lernen) in der Zweitsprache. In: Lutjeharms, M. (Hrsg.): Lesekompetenz. Tübingen: Narr, S. 109-116.
- Ehlich, K. (2005): Sprachaneignung und deren Feststellung bei Kindern mit und ohne Migrationshintergrund. Was man weiß, was man braucht, was man erwarten kann. In: Ehlich, K. / Bredel U. / Garne, B. / u.a. (Hrsg.): Anforderungen an Verfahren der regelmäßigen Sprachstandsfeststellung als Grundlage für die frühe und individuelle Förderung von Kindern mit und ohne Migrationshintergrund. Bildungsforschung Band 11. Bonn / Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), S. 11-75.
- Ellerton, N. F. / Clarkson, P. C. (1996): Language Factors in Mathematics Teaching and Learning. In: Bishop, A. J. (Hrsg.): International Handbook of Mathematics Education, Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., S. 987-1033.
- Fatke, Reinhard (2013): Fallstudien in der Erziehungswissenschaft. In: Friebertshäuser, B. / Langer, A. / Prengel, A. (Hrsg.): Handbuch Qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft. 4. Auflage. Weinheim/Basel: Beltz, S. 159-172.
- Frank, M. / Gürsoy, E. (2014): Sprachbewusstheit im Mathematikunterricht in der Mehrsprachigkeit – Zur Rekonstruktion von Schülerstrategien im Umgang mit sprachlichen Anforderungen von Textaufgaben. In: Ferraresi, G. / Liebner, S. (Hrsg.): SprachBrückenBauen. 40. Jahrestagung des Fachverbandes Deutsch als Fremd- und Zweitsprache an der Universität Bamberg, Göttingen: Universitätsverlag Göttingen, S. 29-45.
- Frank, M. / Gürsoy, E. (2015): Sprachliches Verstehen im Mathematikunterricht – Studien zum Umgang mit Textaufgaben in der Sekundarstufe I und Perspektiven für die Lehrerbildung. In: Benholz, C. / Frank, M. / Gürsoy, E. (Hrsg.): Deutsch als Zweitsprache in allen Fächern. Konzepte für Lehrerbildung und Unterricht. Stuttgart: Klett, S. 135-161.
- Franke, M. / Ruwisch, S. (2010): Didaktik des Sachrechnens in der Grundschule. 2. Auflage. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Freudenthal, H. (1983): Didactical Phenomenology of Mathematical Structures. Dordrecht: Kluwer.
- Gallin, P. & Ruf, U. (1998). Sprache und Mathematik in der Schule. Auf eigenen Wegen zur Fachkompetenz. Seelze: Kallmeyer.
- Ganterfort, C. / Roth, H.-J. (2010): Sprachdiagnostische Grundlagen für die Förderung bildungssprachlicher Fähigkeiten. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Vol. 13/4, S. 573 – 591.
- Gogolin, I. (1994): Der monolinguale Habitus der multilingualen Schule. Münster / New York: Waxmann.
- Gogolin, I. (2013): Mehrsprachigkeit und bildungssprachliche Fähigkeiten. Zur Einführung in das Buch ‚Herausforderung Bildungssprache – und wie man sie meistert‘. In: Gogolin, I. / Lange, I. / Michel, U. / u.a. (Hrsg.): Herausforderung Bildungssprache und wie man sie meistert, FörMig Edition 9, Münster / New York / München / u.a.: Waxmann, S. 7-18.
- Gogolin, I. / Lange, I. (2011): Bildungssprache und durchgängige Sprachbildung. In: Fürstenau, S./Gomolla, M. (Hrsg.): Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer, S. 107-127.
- Gogolin, I. / Schwarz, I. (2004): "Mathematische Literalität" in sprachlich-kulturell heterogenen Schulklassen. In: Zeitschrift für Pädagogik, 50/6, S. 835-848.

- Gomolla, M. & Radtke, F.-O. (2010): Mechanismen institutioneller Diskriminierung in der Schule. Institutionelle Diskriminierung. In: Gogolin, I. / Nack, B (Hrsg.): Migration, gesellschaftliche Differenzierung und Bildung. Resultate des Forschungsprogramms FABER. Opladen: Leske + Budrich, S. 321-341.
- Greefrath, G. (2010): Didaktik des Sachrechnens in der Sekundarstufe. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Grießhaber, W. (2010): (Fach-)Sprache im zweitsprachlichen Fachunterricht. In: Ahrenholz, B. (Hrsg.): Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache. Tübingen: Narr, S. 37-53.
- Gürsoy, E. (2016). Textkohäsion und Textkohärenz in mathematischen Prüfungstexten türkisch-deutschsprachiger Schülerinnen und Schüler. Eine multiperspektivische Untersuchung. Münster / New York: Waxmann.
- Halliday, M.A.K (1975): Beiträge zur funktionalen Sprachbetrachtung. Hannover: Hermann Schroedel Verlag.
- Heinze, A. / Herwartz-Emden, L. / Braun, C. / u.a. (2011): Die Rolle von Kenntnissen der Unterrichtssprache beim Mathematiklernen. Ergebnisse einer quantitativen Längsschnittstudie in der Grundschule. In: Prediger, S. / Özdil, E. (Hrsg.): Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit. Stand und Perspektiven der Forschung und Entwicklung in Deutschland. Münster / New York / München / u.a.: Waxmann, S. 11 – 33.
- Helbig, G. (1999): Deutsche Grammatik. Grundfragen und Abriß, 4. Auflage. München: Iudicium.
- Hopf, Christel (2009): Qualitative Interviews – ein Überblick. In: Flick, Uwe / von Kardorff, Ernst / Steinke, Ines (Hrsg.): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. Hamburg: Rowohlt, S. 175 – 186.
- Iluk, J. (2010): Leseleistungen im Sachfachunterricht: Zum Einfluss von Wort- und Syntaxverarbeitung. In: Lutjeharms, M. (Hrsg.): Lesekompetenz. Tübingen: Narr, S. 163-174.
- Jeuk, S. (2010): Deutsch als Zweitsprache in der Schule. Grundlagen, Diagnose, Förderung. Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Kintsch, W. (1988): The Role of Knowledge in Discourse Comprehension: A Construction-Integration Model. In: Psychological Review, Vol. 95/2, S. 163-182.
- Kintsch, W / Greeno, J. (1985): Understanding and Solving Word Arithmetic Problems. In: Psychological Review, Vol. 92/1, S. 109-129.
- Klieme, E., Neubrand, M. & Lüdtke, O. (2001). Mathematische Grundbildung. Testkonzeption und Ergebnisse. In Baumert, J. / Klieme, E. / Neubrand, M. / u.a. (Hrsg.): PISA 2000: Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Budrich, S. 139-190.
- Kraimer, K. (2002): Einzelfallstudien. In: König, E. / Zödler, P. (Hrsg.): Qualitative Forschung. Grundlagen und Methoden. 2. Auflage. Weinheim: Beltz, S. 213-232.
- Krajewski, K. / Küspert, P. / Schneider, W. (2002a): DEMAT 1+. Deutscher Mathematiktest für erste Klassen. Göttingen: Beltz-Test.
- Krajewski, K. / Küspert, P. / Schneider, W. (2002b): DEMAT 2+. Deutscher Mathematiktest für zweite Klassen. Göttingen: Beltz-Test.
- Krauthausen, G. / Scherer, P. (2007): Einführung in die Mathematikdidaktik. 3. Auflage. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

- Kügelgen v., R. (1994): Diskurs Mathematik. Kommunikationsanalysen zum reflektierenden Lernen. Frankfurt am Main / Berlin / Bern / u.a.: Lang.
- Leisen, J. (2011): Sprachsensibler Fachunterricht. Ein Ansatz zur Sprachförderung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. In: Prediger, S. / Özdil, E. (Hrsg.): Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit. Stand und Perspektiven der Forschung und Entwicklung in Deutschland. Münster / New York / München / u.a.: Waxmann, S. 143-162.
- Leisen, J. (2013): Handbuch Sprachförderung im Fach. Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. Stuttgart: Klett.
- Lutjeharms, M. (2010): Der Leseprozess in Mutter- und Fremdsprache. In: Diess. (Hrsg.): Lesekompetenz. Tübingen: Narr, S. 11-26.
- Lüders, C. (2012): Beobachten im Feld und Ethnographie. In: Flick, Uwe / von Kardorff, Ernst / Steinke, Ines (Hrsg.): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. Hamburg: Rowohlt, 384 – 401.
- Maier, H. / Schweiger, F. (1999): Mathematik und Sprache. Zum Verstehen und Verwenden von Fachsprache im Mathematikunterricht. Wien: öbv & hpt.
- Marotzki, Winfried (2009): Qualitative Biographieforschung. In: Flick, Uwe / von Kardorff, Ernst / Steinke, Ines (Hrsg.): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. Hamburg: Rowohlt, S. 349 – 360.
- Mayring, P. (2012): Qualitative Inhaltsanalyse. In: Flick, Uwe / von Kardorff, Ernst / Steinke, Ines (Hg.): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. Hamburg: Rowohlt, 468 – 475.
- Mecheril, P. / Castro Varela, M. d. M. / Dirim, İ. / Kalpaka, A. / Melter, C. (2010): Migrationspädagogik. Weinheim und Basel: Beltz.
- Mecheril, P. / Melter, C. (2010): Gewöhnliche Unterscheidungen. Wege aus dem Rassismus. In: Mecheril, P. / Castro Varela, M. d. M. / Dirim, İ. / u.a. [Hrsg.]: Migrationspädagogik, Bachelor | Master, Kap. 7. Weinheim und Basel: Beltz, S. 150-178.
- Mecheril, P. (2003): Prekäre Verhältnisse. Über natio-ethno-kulturelle (Mehrfach-)Zugehörigkeit. Münster / New York / München / u.a.: Waxmann.
- Meyer, M. / Tiedemann, K. (2017): Sprache im Fach Mathematik. Berlin: Springer Spektrum.
- Michalak, M. / Lemke, V. / Goeke, M. (2015): Sprache im Fachunterricht. Eine Einführung in Deutsch als Zweitsprache und sprachbewussten Unterricht. Tübingen: Narr.
- Morek, M. / Heller, V. (2012): Bildungssprache - Kommunikative, epistemische, soziale und interaktive Aspekte ihres Gebrauchs. In: Zeitschrift für angewandte Linguistik, 57, S. 67-101.
- Niederhauser, Jürg (2009): Rhetorik und Stilistik in den Naturwissenschaften / Rhetoric and stylistics in the natural sciences. In: Fix, U. / Gardt, A. / Knape, J. (Hrsg.): Rhetorik und Stilistik. Teilband 2. Berlin / New York: de Gruyter, S. 1949-1964.
- Ohm, U. / Kuhn, C. / Funk, H. (2007): Sprachtraining für Fachunterricht und Beruf. Fachtexte knacken - mit Fachsprache arbeiten. FörMig Edition. Münster/New York/München u.a.: Waxmann.
- OECD (2012): Programme for International Student Assessment (PISA). PISA 2012 Ergebnisse. Ländernotiz Österreich. URL: <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-results-austria-DEU.pdf> [letzter Zugriff 27.07.2017]

- Ortner, H. (2009): Rhetorisch-stilistische Eigenschaften der Bildungssprache. In: Fix, U. / Gardt, A. / Knappe, J. [Hrsg.]: Rhetorik und Stilistik. Teilband 2, Berlin / New York: de Gruyter, S. 2227-2240.
- Prediger, S. (2013): Darstellungen, Register und mentale Konstruktion von Bedeutungen und Beziehungen – mathematikspezifische sprachliche Herausforderungen identifizieren und bearbeiten. In: Becker-Mrotzek, M. / Schramm, K. / Thürmann, E. / u.a. (Hrsg.): Sprache im Fach. Sprachlichkeit und fachliches Lernen. Münster / New York / München / u.a.: Waxmann, S. 167-183.
- Prediger, Susanne / Siebel, Franziska / Lengnink, Katja (Hrsg., 2002): Mathematik und Kommunikation. Darmstädter Texte zur Allgemeinen Wissenschaft 3. Mühlthal: Verlag Allgemeine Wissenschaft.
- Prediger, S. / Özdil, E. (Hrsg., 2011): Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit. Stand und Perspektiven der Forschung und Entwicklung in Deutschland. Münster / New York / München / u.a.: Waxmann.
- Prediger, S. / Wessel, L. (2011): Darstellen – Deuten – Darstellungen vernetzen. Ein fach- und sprachintegrierter Förderansatz für mehrsprachige Lernende im Mathematikunterricht. In: Prediger, S. / Özdil, E. (Hrsg.): Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit. Stand und Perspektiven der Forschung und Entwicklung in Deutschland. Münster / New York / München / u.a.: Waxmann, S. 163 – 183.
- Prediger, S. / Wilhelm, N. / Büchter, A. / u.a. (2015): Sprachkompetenz und Mathematikleistung – Empirische Untersuchung sprachlich bedingter Hürden in den Zentralen Prüfungen 10. In: Journal für Mathematikdidaktik, Vol. 36/1, S. 77-104.
- Reusser, K. (1997): Erwerb mathematischer Kompetenzen: Literaturüberblick. In: Weinert, F. / Helmke, A. (Hg.): Entwicklung im Grundschulalter. Weinheim: Psychologie Verlags Union, S. 141-155.
- Richter, C. / Schmitz, M. (2014): Übersicht zur Geometrie in der Schule (Sekundarstufe I). URL: http://www.minet.uni-jena.de/preprints/richter_14/%C3%9Cbersicht%20zur%20Geometrie%20in%20der%20Schule%20-%20Sekundarstufe%20I%20%282014_07_14%20-%20Richter-Schmitz%29.pdf [letzter Zugriff 27.07.2017]
- Richter, T. / Christmann, U. (2006): Lesekompetenz: Prozessebenen und interindividuelle Unterschiede. In: Groeben, N. / Hurrelmann, B. (Hrsg.): Lesekompetenz. Bedingungen, Dimensionen, Funktionen. 2. Auflage. Weinheim / München: Juventa, S. 25-58.
- Riley, M. S. / Greeno, J. G. (1988): Developmental Analysis of Understanding Language about Quantities and of Solving Problems. In: Cognition and Instruction, Vol. 5, No. 1, S. 49-101.
- Romaine, S. (1989): Bilingualism. Oxford: Basil Blackwell.
- Rösch, H. (2011): Deutsch als Zweit- und Fremdsprache. Akademie Studienbücher, Sprachwissenschaft. Berlin: Akademie Verlag.
- Rösch, H. / Paetsch, J. (2011): Sach- und Textaufgaben im Mathematikunterricht als Herausforderung für mehrsprachige Kinder. In: Prediger, S. / Özdil, E. (Hrsg.): Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit. Stand und Perspektiven der Forschung und Entwicklung in Deutschland. Münster / New York / München / u.a.: Waxmann, S. 55-76.
- Schleppegrell, M. J. (2001): Linguistic Features of the Language of Schooling. In: Linguistics and Education, 12(4), S. 431-459.

- Schmich, J. / Schwantner, U. / Toferer, B. (2010): Die Testinstrumente bei PISA 2009. In: Schwantner, U. / Schreiner, C. (Hrsg.): PISA 2009. Internationaler Vergleich von Schülerleistungen. Technischer Bericht. URL: <https://www.bifie.at/buch/1293/2/2> [letzter Zugriff: 27.07.2017]
- Schmidt-Thieme, Barbara (2010): Fachsprache oder: Form und Funktion fachlicher Varietäten im Mathematikunterricht. In: Kadunz, Gert (Hrsg.): Sprache und Zeichen. Zur Verwendung von Linguistik und Semiotik in der Mathematikdidaktik. Hildesheim / Berlin: Franzbecker, S. 271-304.
- Schmölzer-Ebinger, S. (2013): Sprache als Medium des Lernens im Fach. In: Becker-Mrotzek, M. / Schramm, K. / Thürmann, E. / u.a. (Hg.): Sprache im Fach. Sprachlichkeit und fachliches Lernen. Münster / New York / München / u.a.: Waxmann, S. 25- 40
- Schneeberger, M. (2009): Verstehen und Lösen von mathematischen Textaufgaben im Dialog. Der Erwerb von Mathematisierkompetenz als Initiation in eine spezielle Diskurspraxis. Münster / New York / München u.a.: Waxmann.
- Schukajlow, S. (2011): Mathematisches Modellieren. Schwierigkeiten und Strategien von Lernenden als Bausteine einer lernprozessorientierten Didaktik der neuen Aufgabenkultur. Münster/New York/München u.a.: Waxmann.
- Schweiger, F. (1996): Die Sprache der Mathematik aus linguistischer Sicht. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 1996, S. 44-51.
- Secada, W. G. (1992). Race, ethnicity, social class, language and achievement in mathematics. In: Grouws, D. A. (Hrsg.): Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning, New York: MacMillan, S. 623–660.
- Staub, F.C. / Reusser, K. (1995): The role of presentational structures in understanding and solving mathematical word problems. In Weaver, C.A. / Mannes, S. / Fletcher, C.R. (Hrsg.): Discourse comprehension. Essays in honor of Walter Kintsch. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, S. 285-305.
- Suchan, B. / Breit, S. (Hrsg.) (2016). PISA 2015. Grundkompetenzen am Ende der Pflichtschulzeit im internationalen Vergleich. Graz: Leykam
- Tajmel, T. (2010): DaZ-Förderung im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: Ahrenholz, B. (Hrsg.): Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache. Tübingen: Narr, S. 167-184.
- Van Dijk, T. / Kintsch, W. (1983): Strategies of Discourse Comprehension. New York: Academic Press.
- Verboom, L. (2008): Mit dem Rhombus nach Rom. Aufbau einer fachgebundenen Sprache im Mathematikunterricht der Grundschule. In: Bainski, C. / Krüger-Potratz, M. (Hrsg.): Handbuch Sprachförderung. Essen: Neue Deutsche Schule, S. 95-112.
- Vollmer, H. J. / Thürmann, E (2010): Zur Sprachlichkeit des Fachlernens: Modellierung eines Referenzrahmens für Deutsch als Zweitsprache. In: Ahrenholz, B. (Hrsg.): Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache. Tübingen: Narr, S. 107 – 132.
- Vollmer, H. J. / Thürmann, E. (2013): Sprachbildung und Bildungssprache als Aufgabe aller Fächer der Regelschule. In: Becker-Mrotzek, M. / Schramm, K. / Thürmann, E. / u.a. (Hrsg.): Sprache im Fach. Sprachlichkeit und fachliches Lernen. Münster/ New York / München / u.a.: Waxmann, S. 41-57.
- Wessel, L. (2015). Fach- und sprachintegrierte Förderung durch Darstellungsvernetzung und Scaffolding. Ein Entwicklungsforschungsprojekt zum Anteilbegriff. Wiesbaden: Springer.

Wilhelm, N. (2016): Zusammenhänge zwischen Sprachkompetenz und Bearbeitung mathematischer Textaufgaben. Quantitative und qualitative Analysen sprachlicher und konzeptueller Hürden, Dortmunder Beiträge zur Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts, Band 25, Wiesbaden: Springer.

Marotzki, Winfried (): Qualitative Biographieforschung. In: Flick, Uwe / von Kardorff, Ernst / Steinke, Ines (Hg.): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. Hamburg: Rowohlt, S. 349 – 360.

12.3 Elektronische Ressourcen

Budde, Monika (2012): Über Sprache reflektieren. Unterricht in sprachheterogenen Lerngruppen. Deutsch als Zweitsprache. Fernstudieneinheit 2. Kassel: Kassel University Press. URL: <http://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-86219-260-1.volltext.frei.pdf> [letzter Zugriff: 27.07.2017].

Bundesministerium für Bildung und Frauen (o.J.): Curriculum. Lehrgänge zur Vorbereitung auf die Pflichtschulabschluss-Prüfung. URL: https://www.bmb.gv.at/ministerium/rs/basisbildung_curriculum.pdf?5te7eu [Letzter Zugriff: 25.08.2017].

Bundesministerium für Bildung und Frauen (2014): Prinzipien und Richtlinien für BasisbildungsangeboteFür Lernangebote im Rahmen der Initiative Erwachsenenbildung. URL: https://www.initiative-erwachsenenbildung.at/fileadmin/docs/Prinzipien_Richtlinien_Basisbildung_endg_14.pdf [letzter Zugriff: 25.08.2017].

Esquinca, A. / David Yaden, D. / Rueda, R. (2005): Current Language Proficiency Tests and Their Implications for Preschool English Language Learners. In: Cohen, J. / McAlister, C.T. / MacSwan, J. (Hrsg.): Proceedings of the 4th International Symposium on Bilingualism. Somerville, MA: Cascadilla Press, S. 674-680. URL: <http://www.lingref.com/isb/4/052ISB4.PDF> [letzter Zugriff: 25.08.2017].

Fröhlich, L. / Döll, M. / Dirim, İ. (2014): Unterrichtsbegleitende Sprachstandsbeobachtung Deutsch als Zweitsprache. Teil 1: Beobachtungsbogen für Volksschulen und Sekundarstufe I. Medieninhaber, Verleger und Herausgeber: Bundesministerium für Bildung und Frauen. URL: https://www.bmb.gv.at/schulen/recht/erlaesse/usb_daz.html [letzter Zugriff: 02.08.2017].

Gogolin, I. / Kaiser, G. / Roth, H.-J. / u.a. (2004): Mathematiklernen im Kontext sprachlich-kultureller Diversität. Abschlussbericht. URL: <https://www.ew.uni-hamburg.de/ueber-die-fakultaet/personen/gogolin/pdf-dokumente/mathe-bericht.pdf> [letzter Zugriff: 27.07.2017].

Gürsoy, E. / Benholz, C. / Renk, N. / u.a. (2013): Erlös = Erlösung? – Sprachliche und konzeptuelle Hürden in Prüfungsaufgaben zur Mathematik. In: Deutsch als Zweitsprache, Heft 01/2013, S. 14-24. URL: http://www.mathematik.uni-dortmund.de/~prediger/veroeff/13-MuM-ZP-DaZ_Guersoy-et-al-Webversion.pdf [letzter Zugriff: 27.07.2017].

Lettau, A. / Breuer, F. (2007): Forscher/innen-Reflexivität und qualitative sozialwissenschaftliche Methodik in der Psychologie. In: Journal für Psychologie, Jg. 15, Ausgabe 2: Qualitative Forschung in der Psychologie. URL: <https://www.journal-fuer-psychologie.de/index.php/jfp/article/view/126/119> [letzter Zugriff: 21.09.2017].

Mecheril, P. (2002): Natio-kulturelle Mitgliedschaft – ein Begriff und die Methode seiner Generierung. In: Tertium Comparationi. Journal für International und Interkulturell Vergleichende Erziehungswissenschaft. Vol. 8, No. 2, S. 104–115. URL:

- http://www.pedocs.de/volltexte/2011/2924/pdf/TC_2_2002_meche_D_A.pdf [letzter Zugriff: 19.09.2017]
- Prediger, S. / Renk, N. / Büchter, A. / u.a. (2013): Family background or language disadvantages? Factors for underachievement in high stakes tests, 2012. In: Lindmeier, A. M. / Heinze, A. (Hrsg.): Proceedings of the 37th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol. 4, Kiel: PME, S. 49-56. URL: <http://www.mathematik.uni-dortmund.de/~prediger/veroeff/13-Prediger-et-al-PME-Linguistic-Factors.pdf> [letzter Zugriff: 27.07.2017].
- Radtke, F.-O. (2013): Frühkindliche Förderung ist nicht die Lösung (Interview). URL: <http://www.migazin.de/2013/11/13/fruehkindliche-foerderung-ist-nicht-die-loesung/2/>, [letzter Zugriff: 26.07.2017].
- Schukajlow, S., Leiss, D. (2008). Textverstehen als Voraussetzung für erfolgreiches mathematisches Modellieren - Ergebnisse aus dem DISUM-Projekt. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2008. Münster: WTM Verlag, S. 95-98. URL: <https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/31567/1/017.pdf> [letzter Zugriff: 27.07.2017].
- Suchan, B. / Wallner-Paschon, C. / Bergmüller S. / u.a. (Hrsg., 2012). *PIRLS & TIMSS 2011. Schülerleistungen in Lesen, Mathematik und Naturwissenschaft in der Grundschule. Erste Ergebnisse*. Graz: Leykam. URL: https://www.bifie.at/system/files/buch/pdf/ErsteErgebnisse_PIRLSTIMSS2011_web.pdf [letzter Zugriff: 27.07.2017].
- Statistik Austria: Statistiken zum Schulbesuch in Österreich. URL: http://www.statistik-austria.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bildung_und_kultur/formales_bildungswesen/schulen_schulbesuch/index.html [letzter Zugriff: 26.07.2017].
- Österreichisches Sprachenzentrum: Materialien zum Sprachsensiblen Fachunterricht. URL: http://www.oesz.at/sprachsensiblerunterricht/materialienliste_02.php?kat=% [letzter Zugriff: 26.07.2017].
- Online Präsenz des Forschungs- und Entwicklungsprojektes *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit*. URL: <http://www.mathematik.uni-dortmund.de/~prediger/projekte/mum/home.html> [letzter Zugriff: 25.08.2017].
- Online Präsenz des Forschungsprojektes ZP10: Sprachliche und konzeptuelle Herausforderungen für mehrsprachige Lernende in den Zentralen Prüfungen 10 im Unterrichtsfach Mathematik – Empirische Analysen. URL: <https://www.uni-due.de/daz-daf/zp10.shtml> [letzter Zugriff: 25.08.2017].
- Online Präsenz des Vereins *Vielmehr für Alle!* URL: www.vielmehr.at [letzter Zugriff: 26.07.2017].
- ProDaZ Veröffentlichungen. URL: <https://www.uni-due.de/prodaz/veroeffentlichungen.php> [letzter Zugriff: 26.07.2017]
- Rechtsinformationssystem des Bundeskanzleramtes (2017): Gesamte Rechtsvorschrift für Prüfungsgebiete der Pflichtschulabschluss-Prüfung. URL: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007968> [letzter Zugriff: 25.08.2017].

13 Anhang

Übersicht über den Anhang:

1	Transkriptionsregeln.....	133
2	Interviewleitfragen.....	134
3	Rechnungen aus den Treffen	136
3.1	Rechnung vom 31.10.2016.....	136
3.2	Rechnung vom 01.11.2016.....	137
4	Übersicht aller bearbeiteten Aufgaben.....	138
5	Ausgewerteter Beobachtungsbogen USB DaZ	139

1 Transkriptionsregeln

I:	Interviewer
B:	Besrat
[.]	eine Sekunde Pause
[..]	zwei Sekunden Pause
[...]	drei Sekunden Pause
[Zahl]	Pause, Länge als Zahl in Sekunden
(husten), (lachend), (sonstiges)	Nonverbale Äußerungen, nichtsprachliche Handlungen und Vorgänge
(unv.)	Unverständliche Äußerung
(lernen?)	Vermuteter Wortlaut
GROßSCHREIBUNG	Betonung
I: //...// B: //...// ...	Sprechüberlappung
/	Wort- und Satzabbruch, Selbstkorrektur
Wie-wie-wie-...	Gestotterte Wortwiederholung
<p>Füllwörter und Verständnissignale wie „ok, mhm, ja, etc.“ des Interviewers werden nicht transkribiert. Alle Äußerungen der Befragten werden transkribiert.</p> <p>Die Sprache der Befragten wird so buchstäblich wie möglich transkribiert und nur hinsichtlich der Interpunktion geglättet, um den Sprachstand im Deutschen, welches als Zweitsprache erworben wird, widerzuspiegeln und eine Analyse des Sprachstandes zu ermöglichen.</p>	

2 Interviewleitfragen

Allgemeine Fragen zur Bildungsbiographie

Kindheit, Soziale Kontexte des Lernens und Lerngewohnheiten

1. Wie bist du aufgewachsen?
2. Erzähle mir deine Bildungsbiographie
 - a. Wann und wo bist du das erste Mal in die Schule gegangen?
 - b. Was für Erfahrungen hast du mit der Schule gemacht? Erzähle mir von deinen Erfahrungen mit Schule und Lernen.
 - i. Was war für dich wichtig in der Schule?
 - ii. Bist du gerne in die Schule gegangen? Warum? Warum nicht?
 - iii. Was hat dir in der Schule gut gefallen? Was hat dir nicht so gut gefallen?
 - c. Inwiefern hast du mit und von anderen Personen gelernt?
 - i. Welche Bedeutung hatte dein Zuhause für das Lernen in der Schule?
 - ii. Hast du zuhause (für die Schule) gelernt? Haben deine Geschwister / Eltern / Freunde mit dir gelernt?
 - d. Hast du viel gelesen?
 - i. Was hast du gerne gelesen?

Brüche in der Bildungsgeschichte

3. Hast du die Schule einmal wechseln müssen?
 - a. Warum?
 - b. Wie ging es dir dabei?
 - c. War die neue Schule anders? Was war anders?

In Österreich

4. Wie ging deine Bildungsgeschichte in Österreich weiter?
 - a. Wie hast du den Zugang zu Bildungsangeboten in Österreich nach deiner Ankunft erlebt?
 - b. Hast du hier Kurse besucht, bevor du zu PROSA gekommen bist?
 - c. Seit wann bist du bei PROSA?
5. Wo stehst du jetzt und wie soll es weitergehen?
 - a. Wann wirst du den Pflichtschulabschluss machen?
 - b. Was sind deine Perspektiven nach PROSA? Was möchtest du danach machen?
6. Gibt es Unterschiede zur Schule in deinem Herkunftsland?
 - a. Was gefällt dir hier nicht? Was gefällt dir hier besser?

Veränderungen / Entwicklungen

7. Hat sich deine Motivation etwas zu lernen verändert?
 - a. Lernst du heute lieber als früher?
 - b. Lernst du heute mehr als früher?
 - c. Macht dir das Lernen heute mehr oder weniger Spaß als früher?

Lernerfahrungen im Bereich Mathematik und Zugang zu Mathematik

Erfahrungen im Herkunftsland

8. Welche Erfahrungen hast du mit Mathematik in der Schule in deinem Herkunftsland gemacht?
 - a. Wieviele Jahre hast du Mathematikunterricht gehabt?
 - b. Hat es dir Spaß gemacht?
 - c. Wie wurde unterrichtet?

Unterschiede

9. Was ist anders am Mathematikunterricht in Österreich / bei PROSA?
 - a. Wird anders unterrichtet?
 - b. Sind die Inhalte andere?
 - c. Lernst du neue Dinge oder kennst du die Inhalte schon?
 - d. Gibt es Unterschiede in der Schreibweise von Rechnungen / Symbole etc.?

10. Lernst du viel zuhause oder im Lernraum für Mathematik?

Herausforderungen und Schwierigkeiten

11. Welche Herausforderungen gibt es im Mathematikunterricht? Was ist schwer am Mathematikunterricht?
 - a. Verstehst du alles im Unterricht?
 - b. Hast du Probleme mit Rechnungen? Mit welchen Rechnungen hast du Probleme?
 - i. Was ist daran schwer?
 - ii. Werden viele Textaufgaben gestellt? Wie kommst du mit Textaufgaben zurecht?
 - c. Kannst du gut mündlich auf gestellte Fragen antworten?

Persönlicher Zugang zu Mathematik

12. Magst du Mathematik? Warum? Warum nicht?
 - a. Was gefällt dir an Mathematik?
 - b. Was gefällt dir nicht an Mathematik?
13. Was bringt dir Mathematik in deinem Alltag?
 - a. Kannst du Dinge, die du im Unterricht lernst, im Alltag gebrauchen?
 - b. Glaubst du, du brauchst die Dinge, die du im Mathematikunterricht lernst in deiner Zukunft?

3 Rechnungen aus den Treffen

3.1 Rechnung vom 31.10.2016

$X = 840 \text{ €}$
 Anzahlung = 120 €
 Raten = 12 monatlich
 Verzinsung = 5%

720
 $\underline{36}$
 756

$840 \text{ €} - 120 \text{ €} = 720 \text{ €}$ $\frac{30 \text{ D}}$

Verzinsung $\frac{720 \cdot 5}{100} = 36 \text{ €}$ $\frac{360}{10} = 36$
 $720 + 36 = 756 \text{ €}$

$756 : 12 = 63 \text{ €}$
 ⇒ keine Rate $3 \times 63 \text{ €}$ hoch.

$\frac{756}{12}$
 $\underline{36}$
 720
 $\underline{36}$
 756

(B) = 36 € mehr.

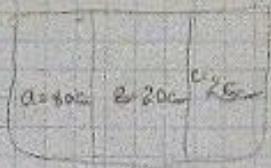
(C) = $\frac{840 \text{ €} \cdot 3}{100} = 25,2 \text{ €}$
 An die Reparaturkosten sind 25,2 € hoch.

d) $\frac{840 \cdot 35}{100} = 294 \text{ €}$
 An der Reparaturkosten sind 294 € weniger als ^{die} originalen ^{oder} Ersatzkosten.

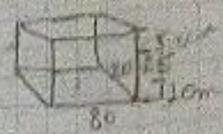
© Ausstattungsstücke sind billiger, weil Original versandt. Sie
 , weil sie schmutziger sind.
 , weil sie nicht neu sind.

ganz klar 01.11

S 191
- 1148



$a=40\text{cm}$ $b=20\text{cm}$ $c=25\text{cm}$



80 20 11cm

$V = a \cdot b \cdot c$
 $V = 20\text{cm} \cdot 20 \cdot 25\text{cm}$
 $V = 5000\text{cm}^3$

* Sie muss 5000cm^3 Plastermasse einbringen

S 190
- 1143



4cm

$O = 2ab + 2bc + 2ca$
 $= 2 \cdot 20\text{cm} \cdot 4 + 2 \cdot 20 \cdot 4 + 2 \cdot 4 \cdot 4$
 $= 352\text{cm}^2$

$c = 4\text{cm}$
 $b = 4\text{cm}$
 $a = 20\text{cm}$

* Die Oberfläche muss mindestens 352cm^2 groß sein.

320ml - Honig
 1,5l - Milch
 2g Fett = 20ml
 0,5l - Apfel

$320\text{ml} + 3,5\text{l} + 20\text{ml} + 0,5\text{l}$
 $0,32\text{l} + 3,5\text{l} + 0,2\text{l} + 0,5\text{l}$
2,34l

*) Lackung ist nicht genug.
 (b) $0,25\text{l} = 1\text{P}$
 $2,34\text{l} = ?$
 $\frac{2,34\text{l}}{0,25\text{l}} = 9,36\text{P}$

⇒ Von 9 Personen sollen Glas bekommen.
 ⇒ Die Menge reicht für 9 Personen.

(c) $0,25\text{l} = 1$
 $? = 23\text{g} = 0,25\text{l} \cdot 23\text{g} = \underline{5,75\text{l}}$
 ⇒ Sie muss 5,75l mixen.

4 Übersicht aller bearbeiteten Aufgaben

Datum	Bezeichnung	Lehrwerk
31.10.2016	„Elektrohändler“	Arbeitsblatt „Aufgaben zum vertiefenden Teil“ aus dem Vorbereitungskurs auf den PSA
01.11.2016	„Blumenkästen“	ganz klar Mathematik 1, Nr. 1148, S.191
01.11.2016	„Golfbälle“	ganz klar Mathematik 1, Nr. 1143, S.191
01.11.2016	„Limonade“ [a-c]	ganz klar Mathematik 1, Nr. 1141, S.191
02.11.2016	„Flaschen“	ganz klar Mathematik 1, Nr. 271, S. 48
02.11.2016	„Zuckerl“	ganz klar Mathematik 1, Nr. 271, S. 48
02.11.2016	„Äpfel“	Thema Mathematik 2 Übungen, Nr. 315, S.92
02.11.2016	„Schirennen“	ganz klar Mathematik 1, Nr. 273, S. 48
02.11.2016	„Tribüne“	ganz klar Mathematik 1, Nr. 274, S. 48
02.11.2016	„Wald“	ganz klar Mathematik 1, Nr. 275, S. 48
02.11.2016	„Schulpflichtige Kinder“	ganz klar Mathematik 1, Nr. 276, S. 48
02.11.2016	„Betriebsausflug“	ganz klar Mathematik 1, Nr. 277, S. 48
02.11.2016	„Klassen“	ganz klar Mathematik 1, Nr. 278, S. 48
02.11.2016	„Eier“	ganz klar Mathematik 1, Nr. 281, S. 49
03.11.2016	„24 Kinder“ [a-d]	ganz klar Mathematik 1, Nr. 604, S. 103
03.11.2016	„Wanderung“ [a-b]	ganz klar Mathematik 1, Nr. 599, S. 103
03.11.2016	„Eimer“	ganz klar Mathematik 1, Nr. 601, S. 103
03.11.2016	„Schwimmbad“	ganz klar Mathematik 1, Nr. 369, S. 63
03.11.2016	„Theatersaal“	Thema Mathematik 1 Übungen, Nr. 179, S. 55
03.11.2016	„Trinken“	ganz klar Mathematik 1, Nr. 366, S. 63
04.11.2016	„Litfaßsäule“	ganz klar Mathematik 1, Nr. B4, S. 50
04.11.2016	„Divisionen“	Thema Mathematik 2 Übungen, Nr. 304, S. 89
04.11.2016	„Hohlmaße“	ganz klar Mathematik 2, Nr. B24, S. 63

5 Ausgewerteter Beobachtungsbogen USB DaZ

Unterrichtsbegleitende Sprachstandsbeobachtung Deutsch als Zweitsprache

Teil 2: Ergebnisdokumentationsbogen

Lisanne Fröhlich, Marion Döll, İnci Dirim

Name	Besrat
Klasse	-
Beobachtungs- zeitraum	Okt. / Nov. 2016
Beobachter/in	[REDACTED]

Medieninhaberin, Verlegerin und Herausgeberin:
Bundesministerium für Bildung und Frauen
Abteilung I/5a, Referat für Migration und Schule
Minoritenplatz 5, 1014 Wien
Tel.: +43 1 531 20-0
www.bmbf.gv.at

Autorinnen: Lisanne Fröhlich, Marion Döll, Inci Dirim
Grafische Gestaltung: Christian Stenner
Druck: Digitales Druckzentrum Renngasse
Wien, September 2014

PERSON & NUMERUS

PERSON & NUMERUS				
undifferenzierte Zuweisung	1. Person Sg.	3. Person Sg.	2. Person Sg. 3. Person Pl. 1. Person Pl.	2. Person Pl.
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TEMPUS

TEMPUS					
Präsens	Partizip ohne Hilfsverb	Perfekt	Präteritum von „sein“	Futur	Präteritum
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

GENUS VERBI

GENUS VERBI		
aktive Verbformen	Zustandspassiv	Vorgangspassiv
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

NOTIZEN

Näheres in Teil 1, Beobachtungsbogen, S. 12–13.

↑	erweitertes Partizipialattribut	<input type="checkbox"/>
	Verbkammer II	
	Futur	<input type="checkbox"/>
	Vorgangspassiv	<input type="checkbox"/>
	Zustandspassiv	<input type="checkbox"/>
	„würde“-Konjunktiv	<input type="checkbox"/>
	Verbendstellung im Nebensatz	<input checked="" type="checkbox"/>
	Verbkammer I	<input checked="" type="checkbox"/>
	Verbweitstellung im Hauptsatz	<input checked="" type="checkbox"/>
Fragmente	<input checked="" type="checkbox"/>	

NOTIZEN

Meistens Verbweitstellung im Nebensatz...

Näheres in Teil I, Beobachtungsbogen, S. 14–15.

↑	Genitivobjekt	<input type="checkbox"/>
	↑	<input type="checkbox"/>
	Dativobjekt	<input type="checkbox"/>
	↑	<input type="checkbox"/>
	Akkusativobjekt	<input checked="" type="checkbox"/>
	↑	<input checked="" type="checkbox"/>
	korrekte Realisierung von Subjekten	<input checked="" type="checkbox"/>
	↑	<input checked="" type="checkbox"/>
	<i>der / die</i> für Subjekt und Objekt	<input checked="" type="checkbox"/>
	↑	<input checked="" type="checkbox"/>
	keine Artikel- verwendung	<input checked="" type="checkbox"/>

NOTIZEN

Näheres in Teil I, Beobachtungsbogen, S. 16–17.

↑	weitere subordinierende Satzverbindungen	<input type="checkbox"/>
	einfache subordinierende Satzverbindungen	<input checked="" type="checkbox"/>
	weitere koordinierende Satzverbindungen und einige subordinierende, die koordinierend verwendet werden	<input checked="" type="checkbox"/>
	<i>(und) dann</i>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<i>und</i>	<input checked="" type="checkbox"/>
	keine Verbindungen	<input type="checkbox"/>

NOTIZEN

Häufige Verbzweitstellung im Nebensatz

Näheres in Teil I, Beobachtungsbogen, S. 18–19.

Bildungswortschatz	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
↑	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Aufbauwortschatz	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
↑	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Grundwortschatz	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
↑	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Alltagsgrundwortschatz	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
↑	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
erste Wörter	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
↑	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
	Deutsch produktiv	Deutsch rezeptiv

NOTIZEN

Näheres in Teil I, Beobachtungsbogen, S. 20–23.

argumentieren	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
↑	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
erklären, instruieren	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
↑	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
erzählen, beschreiben	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
↑	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
basale Verständigung	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
↑	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Mimik & Gestik	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
↑	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
	Deutsch produktiv	Deutsch rezeptiv	Erstsprache produktiv	Erstsprache rezeptiv

NOTIZEN

Näheres in Teil 1, Beobachtungsbogen, S. 24–25.

Einsatz von Paraphrasen	<input type="checkbox"/>
Einsatz von Wortneuschöpfungen	<input checked="" type="checkbox"/>
differenziertes Frageverhalten – Fragen nach Wörtern und später auch nach Zusammenhängen	<input checked="" type="checkbox"/>
Selbstkorrekturen, auch Hörerinitiierte Korrekturen	<input checked="" type="checkbox"/>

NOTIZEN

Näheres in Teil I, Beobachtungsbogen, S. 26–27.

↑	wortübergreifende Strategie			
	nie	selten	oft	immer
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	morphematische Strategie			
	nie	selten	oft	immer
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	orthografische Strategie			
	nie	selten	oft	immer
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	alphabetische Strategie			
	nie	selten	oft	immer
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

NOTIZEN

Näheres in Teil I, Beobachtungsbogen, S. 32–33.

14 Abstract

Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit der Frage, inwiefern das Lösen mathematischer Textaufgaben sprachliche Kompetenzen erfordert und welches die besonderen sprachlichen Hürden in Textaufgaben im Kontext des Zweitspracherwerbs sind.

Im ersten Teil der Arbeit wird das interdisziplinäre Forschungsfeld beleuchtet und dabei aus sprachdidaktischer, sprachwissenschaftlicher, mathematikdidaktischer sowie erziehungswissenschaftlicher Perspektive die Verbindungen von sprachlichem und fachlichem Lernen im Kontext von Zweitspracherwerb, die sprachlichen Besonderheiten der mathematischen Sprache sowie das Lesen von Textaufgaben im Zweitspracherwerb ausgeführt.

Anhand der Analyse unterschiedlicher Textaufgaben und deren Bearbeitung im Rahmen mehrerer durchgeführter Förderstunden mit einer Kursteilnehmerin eines Vorbereitungskurses auf den Pflichtschulabschluss wurden die Schwierigkeiten im Bearbeitungsprozess verortet, sprachwissenschaftlich eingeordnet und hinsichtlich des individuellen Sprachstandes im Deutschen interpretiert. Dabei konnte festgestellt werden, dass vor allem im Leseprozess auf dem Weg zur Konstruktion eines mentalen Situationsmodells Schwierigkeiten aufgetreten sind, die sich in erster Linie auf der Wortebene verorten lassen.

Zudem konnte die Analyse zeigen, dass sprachliche und mathematische Kompetenzen stark ineinandergreifen und voneinander abhängen. Trotz der mathematischen Vorkenntnisse der Untersuchungsteilnehmerin waren die sprachlichen Kompetenzen zum Verständnis des Aufgabentextes und der Identifikation der mathematischen Lücke Voraussetzung für eine erfolgreiche Mathematisierung der Aufgaben.