

Erkan Gürsoy / Claudia Benholz / Nadine Renk / Susanne Prediger / Andreas Büchter

Erlös = Erlösung? –

Sprachliche und konzeptuelle Hürden in Prüfungsaufgaben zur Mathematik

1. Einleitung

Zwar ist aus den großen Vergleichsstudien bekannt, dass Schülerinnen und Schüler mit nichtdeutscher Erstsprache in Mathematiktests schlechter abschneiden als deutsch-erstsprachliche Gleichaltrige (OECD 2007, S. 20, Burns & Shadoian-Gersing 2010, S. 20, Heinze et al. 2008), doch wissen wir relativ wenig darüber, in welchen Kompetenzbereichen und bei welchen Aufgabenformaten sich diese differenziellen Effekte besonders stark zeigen, wie sie inhaltlich erklärt werden können und wie sie durch eine veränderte Unterrichtsgestaltung und fach- und sprachintegrierte Förderung überwunden werden können (vgl. Überblick zum mathematikspezifischen Forschungsstand in Prediger & Özdil 2011).

Obgleich seit langem allgemein anerkannt ist, dass (bildungs-)sprachliche Kompetenzen eine zentrale Voraussetzung für schulisches Lernen und Schulerfolg bilden (z. B. OECD 2007, S. 120, Benholz & Lipkowski 2000), ist bisher nicht geklärt, ob mehrsprachige Lernende durch spezifische sprachliche oder konzeptuelle Hürden in den Aufgabenstellungen von Mathematikprüfungen vor besondere Herausforderungen gestellt werden und welche diese ggfs. sind.

Die Zentralen Prüfungen 10 Mathematik (ZP10M), die im Folgenden im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen, leisten in Nordrhein-Westfalen einen Beitrag zum Erwerb des Hauptschulabschlusses nach Klasse 10 und des mittleren Schulabschlusses, da das Prüfungsergeb-

Erkan Gürsoy ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Duisburg-Essen im Fachgebiet Deutsch als Zweit- und Fremdsprache. Er ist Projektmitarbeiter im Modellprojekt „ProDaZ. Deutsch als Zweitsprache in allen Fächern“ und im interdisziplinären Forschungsprojekt „Sprachliche und konzeptuelle Herausforderungen für mehrsprachige Lernende in den Zentralen Prüfungen 10 im Unterrichtsfach Mathematik – Empirische Analysen“ (TU Dortmund, Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit und Universität Duisburg-Essen, ProDaZ). Seine Schwerpunkte in Forschung und Lehre liegen in Sprachförderung mit mehrsprachigen Schülerinnen und Schülern (Mathematikunterricht, Herkunfts- und Fremdsprachenunterricht), Textlinguistik und Textdidaktik, Linguistik des Türkischen.

Dr. Claudia Benholz ist Leiterin der Projekte „ProDaZ – Deutsch als Zweitsprache in allen Fächern“ und „Förderunterricht für Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund an der Universität Duisburg-Essen“.

Nadine Renk ist Mitarbeiterin am Institut für Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts der TU Dortmund im Projekt MuM (Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit).

Prof. Dr. Susanne Prediger, Institut für Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts der TU Dortmund ist Leiterin des Projekts „Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit“.

Prof. Dr. Andreas Büchter ist Universitätsprofessor für Mathematik und ihre Didaktik an der Universität zu Köln; bis September wissenschaftlicher Referent für Entwicklungsvorhaben im Unterrichtsfach Mathematik im Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen.

nis und die Vornote aus Klasse 10 zu jeweils 50 Prozent in die Abschlussnote einfließen kann.¹

In der interdisziplinären Studie „Sprachliche und konzeptuelle Herausforderungen für mehrsprachige Lernende in den Zentralen Prüfungen 10 im Unterrichtsfach Mathematik – Empirische Analysen“² wurden die Prüfungstexte linguistisch und mathematisch auf Schwierigkeitsbereiche hin untersucht (vgl. Kap. 5 in diesem Aufsatz), diese Analyse

mit den Ergebnissen und Lösungen der Schülerinnen und Schüler im Jahr 2012 verglichen und durch Interviews Einblicke in die individuellen Bearbeitungsprozesse gewonnen.

Das durch die Studie gewonnene Wissen bildet eine wichtige Grundlage sowohl für die Gewährleistung fairer Prüfungsbedingungen³ (Abedi 2006) als auch für die Konzeption und Gestaltung effektiver Fördermaßnahmen zur Vorbereitung auf

die Prüfungen und von sprachsensiblen Mathematikunterricht allgemein.

Der Artikel stellt zunächst kurz die Prüfungen vor (Abschnitt 2), skizziert anschließend die durchgeführte Studie sowie deren wichtigste Ergebnisse (Abschnitt 3 und 4) und benennt abschließend zentrale Konsequenzen für einen sprachfördernden Mathematikunterricht.

2. Zentrale Prüfungen 10 Mathematik

Die Zentralen Prüfungen 10 Mathematik (kurz ZP10) wurden im Mai 2012 in Nordrhein-Westfalen zum sechsten Mal am Ende der Klasse 10 durchgeführt. Dabei beschränken wir uns auf die Klausuren zum Mittleren Schulabschluss an Gesamtschulen (in den darauf vorbereitenden sogenannten Erweiterungskursen).

Anstoß für die Durchführung der interdisziplinären Studie waren die hohen Anteile nicht ausreichender Leistungen in den Prüfungsergebnissen der letzten drei Jahre, die in Tabelle 1 dokumentiert sind. Die von Lehrerinnen und Lehrern häufig geäußerte Vermutung, dass dieses schlechte Abschneiden auch erheblich auf „sprachliche Defizite“ der Schülerinnen und Schüler zurückzuführen sei, liegt für die spezifische Prüfung insofern nahe, als die Prüfungsaufgaben mathematisches Wissen und Können durchgängig in Sachzusammenhängen in den Blick nehmen und die entsprechenden Kontexte in hohem Maße sprachlich vermittelt sind. Sie werden also berechtigterweise als „textlastig“ eingeschätzt. Gleichzeitig enthalten die Arbeiten auch viele konzeptuelle Herausforderungen, sodass zu klären ist, welche Rolle sprachliche Hürden tatsächlich spielen.

Daher wurde der Zusammenhang zwischen sprachlichen und mathematischen Anforderungen am Beispiel der ZP10 Mathematik unter Berücksichtigung migrationsbedingter Mehrsprachigkeit quantitativ und qualitativ erforscht.

3. Untersuchungsdesign der durchgeführten Studie

Die interdisziplinäre Kooperation ermöglichte die Integration sprachwissenschaftlicher, sprachdidaktischer und mathematikdidaktischer Zugänge. Das Untersuchungsdesign umfasste theoretische Aufgabenanalysen, quantitativ-empirische Breitenanalysen und qualitative Tiefenanalysen für eine vielschichtige Untersuchung der Phänomene.

- Im Rahmen einer *theoretischen Aufgabenanalyse* wurden die Prüfungstexte der vergangenen zwei Jahre aus linguistischer und mathematischer Perspektive analysiert. Hieraus wurden Hypothesen zu potenziellen sprachlichen und konzeptuellen Hürden generiert.
- Für die *empirische Breitenanalyse* wurden Mathematikleistung, Sprachkompetenz und Familienhintergründe von Schülerinnen und Schülern aus 67 Erweiterungskursen (also den leistungsstärkeren Schülerinnen und Schülern der Gesamtschule) an 19 Gesamtschulen des Ruhrgebiets untersucht und statistisch zueinander in Beziehung gesetzt. Die Bewertung der Mathematikleistungen aus 1495 Klausuren wurde den Erhebungsbögen der Lehrkräfte entnommen. Für die Familienhintergründe wurden Fragebögen mit Selbstauskünften zum sozioökonomischen Status (über Bücherskala, vgl. *Pau-*

lus 2009), zu den Familiensprachen, zum Zeitpunkt des Deutscherwerbs sowie zum Migrationshintergrund eingesetzt. Die Sprachkompetenz wurde einerseits über die Leistungen im Leseverstehensteil der Zentralen Prüfungen 10 der Deutsch-Erweiterungskurse erfasst (n=1066, die übrigen Schülerinnen und Schüler belegen in Deutsch einen Grundkurs), andererseits in einer Teilgruppe (n=698) mit einem weiteren Erhebungsinstrument zur Feststellung der Sprachkompetenz im Deutschen, dem so genannten C-Test⁴, erfasst (*Goggin* 2011).

- Für die *empirische Tiefenanalyse* zur genaueren Lokalisierung der sprachlichen und konzeptuellen Hürden wurden Bearbeitungsprozesse von 20 mehrsprachigen Lernenden in klinischen Interview-Settings durch einen Linguisten (Erkan Gürsoy) und eine Mathematikdidaktikerin (Nadine Renk) begleitet, videografiert und qualitativ analysiert. Die kategoriale Analyse von 200 schriftlichen Bearbeitungen ausgewählter Aufgaben ist noch nicht abgeschlossen.

Auch wenn die Analysen in der Studie stets mathematikdidaktische, sprachliche und sprachdidaktische Perspektiven integrieren, stehen in diesem Beitrag ausgewählte sprachliche Aspekte im Vordergrund, eine stärker mathematikdidaktische Ausrichtung erfolgt in *Prediger et al.* (2013) und *Renk et al.* (2013).

4. Zentrales Ergebnis der empirischen Breiten- analyse: Bedeutung der Sprachkompetenz

Eines der wichtigsten Ergebnisse der in *Prediger et al.* (2013) genauer dargestellten empirischen Breitenanalyse ist der Nachweis, dass die Sprachkompetenz der Schülerinnen und Schüler die Mathematikleistung erheblich beeinflusst, und zwar

Tab. 1 Ergebnisse der ZP10 Mathematik zum Mittleren Schulabschluss

| | 2012 | 2011 | 2010 |
|----------------------------------|------|-------|-------|
| Anteil durchgefalleher Klausuren | 22% | 21,9% | 13,1% |

Tab. 2 Gruppierung der Lernenden nach verschiedenen Merkmalen und Gruppenunterschiede in den Mathematikleistungen

| Merkmale | Gruppenbildung | Verteilung der Gruppen | Mittelwerte und Standardabweichung der Mathematikleistungen (max. 85 Punkte) |
|--|--|--|--|
| Gesamtstichprobe | 67 Gesamtschul-Erweiterungskurse | n = 1495 | 43,5 (13,6) |
| Migrationshintergrund (n = 1480) | 1. Generation (selbst immigriert) 2. Generation (Eltern immigriert) kein Migrationshintergrund 3. Generation | 152 (10,3%) 623 (42,1%) 705 (47,6%) | 41,3 (13,6) 40,9 (13,5) 46,2 (13,0) |
| Sozio-ökonomischer Status (n = 1493) | niedriger Status bzgl. Bücherskala mittlerer Status bzgl. Bücherskala hoher Status bzgl. Bücherskala | 509 (34,1%) 488 (32,7%) 496 (33,2%) | 41,9 (14,0) 42,9 (12,9) 45,7 (13,4) |
| Alter beim Beginn des Deutscherwerbs (n = 1486) | mehrsprachig, Deutsch ab 3 Jahren mehrsprachig, Deutsch vor 3 Jahren einsprachig Deutsch | 289 (19,4%) 538 (36,2%) 659 (44,3%) | 39,5 (13,7) 42,2 (13,5) 46,3 (13,0) |
| Bildungssprachliche Kompetenz (C-Test bei n = 698) | schwache C-Test-Leistung mittlere C-Test-Leistung hohe C-Test-Leistung alle C-Tests | 235 (33,7%) 233 (33,4%) 230 (33,0%) 698 (100%) | 37,3 (13,4) 44,2 (12,6) 50,3 (11,4) 43,9 (13,6) |
| Leseleistung (in ZP10 Deutsch E-Kurs, n = 1066) | schwache Leseleistung mittlere Leseleistung hohe Leseleistung alle Lesetests | 365 (34,2%) 405 (38,0%) 296 (27,8%) 1066 (100%) | 40,3 (12,9) 46,6 (12,6) 50,0 (12,5) 45,4 (13,3) |

mehr als die Familiensprache, der Zeitpunkt des Deutscherwerbs, der sozioökonomische Status oder der Migrationshintergrund jeweils allein. Illustriert werden kann der Zusammenhang, indem bzgl. jeden Merkmals Gruppen „privilegierter“, „mittlerer“ und „benachteiligter“ Schülerinnen und Schüler gebildet und deren mittlere erreichte Punktzahlen in den ZP10 Mathematik mit denen der Gesamtstichprobe verglichen werden (vgl. Tabelle 2).

Für eine Einschätzung der Tragweite der Gruppenunterschiede ist die Notenskala wichtig: von 15 bis 37 Punkten wurde ein Test mit mangelhaft beurteilt, von 38-49 Punkten als ausreichend und von 50-61 Punkten als befriedigend.

Die Unterschiede zwischen den Gruppen mit Migrationshintergrund der zweiten und dritten Generation liegen unter 6 Punkten (Mittelwerte 40,9 und 46,2 Punkte), zwischen den Einsprachigen (46,3 Punkte) und Mehrsprachigen (39,5 bzw. 42,2 Punkte) bei 6,8 bzw. 4,1 Punkten.

Schülerinnen und Schüler, die im C-Test bzw. im Leseverstehensteil der Deutsch-Prüfungen schwache Sprachleistungen zeigten, erreichten dagegen deutlich weniger Punkte in der ZP10 Mathematik im Vergleich zu sprachlich starken Schülerinnen und Schülern: Die mittlere Mathematikleistung der sprachlich Benachteiligten (37,3 Punkte) entspricht im Schnitt fast der Note 5, die der sprachlich Privilegierten (50,3 Punkte) der Note 3.

Diese extreme Notendifferenz von schwacher 3 bis zur 5 in der letztgenannten Gegenüberstellung ist umso beachtlicher, als zur Gesamtstichprobe nur relativ bildungserfolgreiche Schülerinnen und Schüler gehören, nämlich diejenigen, die im Erweiterungskurs den Mittleren Schulabschluss anstreben und zum Teil auch ihre Schullaufbahn in Richtung Fachoberschulreife oder Abitur fortsetzen.

Die höhere Relevanz der Sprachkompetenz gegenüber den Familienhintergründen (Migrationshinter-

grund, sozioökonomischer Status, Mehrsprachigkeit) ist insofern didaktisch von großer Bedeutung, als die Sprachkompetenz im Gegensatz zu den Familienhintergründen unterrichtlich unmittelbar gefördert werden kann. Dazu ist jedoch zunächst eine genauere Lokalisierung der sprachlichen Hürden notwendig.

5. Ausgewählte Ergebnisse der Aufgaben- und Interviewanalysen: Sprachliche Schwierigkeitsbereiche in den Zentralen Prüfungen 10 Mathematik

„Recognising that language is the key medium through which learning is facilitated, it becomes important to identify the ways in which language (...) become barriers to learning mathematics for students whose language is not aligned with the school mathematics“ (Jorgensen 2011: 320).

Zur genaueren Lokalisierung der sprachlichen Schwierigkeitsbereiche wurden theoretische Aufgabenanalysen durchgeführt und die dabei generierten Hypothesen durch die empirische Untersuchung von Bearbeitungsprozessen untersucht. Dazu wurden zunächst rein deskriptiv die statistischen Häufigkeitsverteilungen von grammatischen Merkmalen (z. B. Wortartenverteilung, Attribute, Passiv usw.) betrachtet

(folgender Abschnitt). Darauf aufbauend wurde ein beurteilendes Instrument entwickelt, das durch eine numerische Kodierung zur Bestimmung sprachlicher Schwierigkeitsbereiche theorie- und hypothesengeleitete Analysen ermöglichte, die die Mehrsprachigkeit der Probanden in besonderer Weise berücksichtigen. Berücksichtigt wurden sprachliche Schwierigkeitsbereiche auf lexikalischer, morphologischer, syntaktischer und textlinguistischer Ebene, wobei letztere aus Platzgründen hier nicht dargestellt werden kann (vgl. Gürsoy i. V.).

5.1 Deskriptive Sprachuntersuchung – Häufigkeitsverteilungen sprachlicher Merkmale

Die deskriptive Sprachuntersuchung nutzte als Korpusgrundlage die ZP10 für den Mittleren Schulabschluss im Fach Mathematik 2011 und 2012. Um einen Kontrast mit einem weiteren Fach zu ermöglichen, wurden im Rahmen der Untersuchung auch die ZP10 für den Mittleren Schulabschluss im Fach Deutsch herangezogen.

Tabelle 3 zeigt Häufigkeitsverteilungen sprachlicher Merkmale, die sprachliche Unterschiede in den Prüfungstexten der Fächer Mathematik und Deutsch auf verschiedenen Ebenen verdeutlichen:

Tab. 3 Sprachliche Unterschiede in den Prüfungen Deutsch und Mathe für den Mittleren Schulabschluss in NRW

| | ZP 10–2011 Mathematik | ZP 10–2012 Mathematik | ZP 10–2011 Deutsch | ZP 10–2012 Deutsch |
|---|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Textlänge (inkl. Lesetexte) | | | | |
| Anzahl der Zeichen | 5166 | 6759 | 17415 | 17174 |
| Anzahl der Absätze | 42 | 123 | 263 | 280 |
| Anzahl der Sätze | 69 | 134 | 293 | 345 |
| Anzahl der Wörter | 874 | 1063 | 2926 | 3034 |
| Anzahl der Wörter und Satzzeichen | 958 | 1182 | 2988 | 3112 |
| Anzahl der Wörter ohne Primärtexte | 874 | 1063 | 1507 | 1079 |
| Satzlänge | | | | |
| durchschnittliche Anzahl der Wörter pro Satz | 9,8 | 8,9 | 9,7 | 8,2 |
| Lexikvarianz | | | | |
| Anzahl verschiedener Wörter als Anteil von Gesamtwörterzahl | 49% | 45% | 37% | 40% |

a) Wie zu erwarten, ist die Anzahl der Wörter, Sätze und Satzzeichen in der ZP10 Deutsch deutlich höher als in der ZP10 Mathematik, bei einer erstaunlichen Varianz zwischen den ZP10 Mathematik 2011 und 2012. Allerdings ist die Lexikvarianz trotz der geringeren Anzahl an Wörtern in der ZP10 Mathematik höher als in der ZP10 Deutsch. Dass in Mathematik also relativ mehr unterschiedliche Wörter vorkommen als in Deutsch, mag überraschen. Umso wichtiger ist ein analytischer Blick auf die Aufgabentexte, um lexikalische Schwierigkeitsbereiche aufzufinden, die neben der Lexikvarianz charakteristisch für das Fach Mathematik sind.

b) Für jeden Aufgabentext wurden die durchschnittliche Satzlänge (als Quotient von Wörteranzahl durch Satzanzahl) und die Textlänge (Niehaus 1997; Pieper 1979) ermittelt. Dass die durchschnittliche Satz- und Textlänge in den ZP10 Mathematik ebenfalls höher sind als in den ZP10 Deutsch, legt die Hypothese nahe, dass darin eine weitere potenzielle Hürde liegen könnte.

c) Für den Vergleich der Verteilung der Wortarten wurden in den ZP10 Deutsch 2012 die Primär-Lesetexte nicht berücksichtigt, da dies zu einer Verzerrung geführt hätte. Bei Beschränkung

auf die Aufgabentexte haben beide Fächer etwa vergleichbare Textumfänge. Abb. 1 (folgende Seite) zeigt die Ergebnisse des sprachstatistischen Vergleichs zur Rolle und Verteilung der Wortarten: Nomen und Verben spielen in beiden Prüfungsfächern eine wichtige Rolle. Für die ZP10 Mathematik muss hier angemerkt werden, dass die Anzahl an Fachnomen gering ist. Bei den Adjektiven, Adverbien, Verben und Konjunktionen gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Fächern. Die Dominanz der Numerale in den ZP10 Mathematik war zu erwarten. Überraschend sind dagegen auf den ersten Blick die signifikanten Unterschiede in Hinblick auf Artikel und Präpositionen als Funktionswörter. Sie passen jedoch zu Interviewanalysen, die aufzeigen, welche hohe Bedeutung gerade diese Wortarten zur Herstellung von Bezügen in und zwischen Sätzen haben (vgl. Abschnitt 5.2 und Kaiser & Schwarz 2009).

Bei der statistischen Erfassung der Typen von Attributen findet sich die hohe Frequenz der Wortart Präpositionen in den ZP10 Mathematik wieder in einer Überrepräsentanz der Präpositionalattribute (und -objekte) im Vergleich zu anderen Attributen wie adjektivischen, Partizipialattributen oder Relativsätzen. Das häufi-

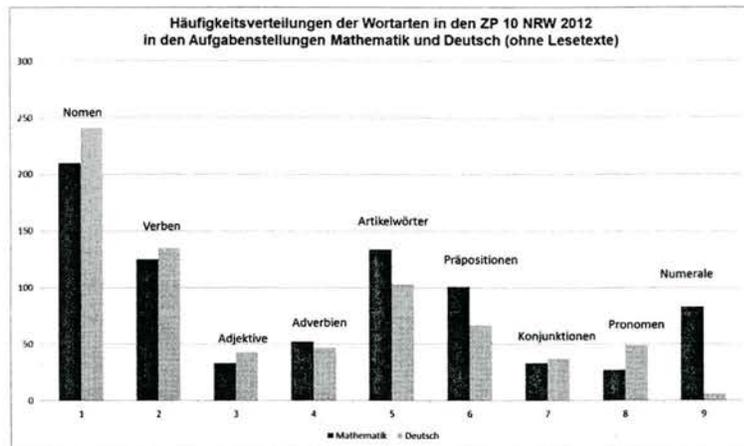


Abb. 1 Wortartenvergleich Mathematik und Deutsch

gere Vorkommen von Nomen und Verben sowie Präpositionen und Artikelwörtern in den mathematischen Aufgabentexten – sogar häufiger als Zahlwörter – ist darauf zurückzuführen, dass in der Mathematik nicht die quantitativen Angaben allein, sondern ihre Beziehungen zueinander eine zentrale Rolle spielen (Prediger 2013).

5.2 Ermittlung sprachlicher Schwierigkeitsbereiche

5.2.1 Lexik

Als lexikalische Hürden wurden Inhaltswörter wie *Auslastung*, *Erlös*, *Mehrwertsteuer*, *Zuschauerschnitt* oder *näherungsweise* ermittelt. In einem Interview führt die Schülerin Eda aus, dass ihr das Wort „näherungsweise“ unbekannt ist. In einem ersten Semantisierungsversuch nähert sie sich der Bedeutung mit „das Gleiche“ oder „so ähnlich“ und braucht viel Zeit, um sich diese möglichen Bedeutungen zu überlegen.

Nomen, Verben und Adjektive, die nicht im engeren Sinne Fachwörter der Mathematik sind, sind insbesondere für mehrsprachige Lernende eine zusätzliche sprachliche Herausforderung. Die Schülerinnen und Schüler äußerten sich auf die Frage, inwiefern man die Aufgaben optimieren könnte, wie folgt: „Zu viele Fremdwörter, die mit Mathe nichts zu tun haben. Z.B. Erlös, Auslastung, Zuschauerschnitt ...“ Unter Fremdwörtern verstehen die Schü-

lerinnen und Schüler hier den nicht zugänglichen, ihnen fremden Wortschatz.

Dieser aus anderen Kontexten „entliehene“ Wortschatz wird in Aufgabenstellungen häufig eingesetzt, um Schülerinnen und Schüler beim Verstehen vermeintlich zu unterstützen. Dahinter steht die Vermutung, dass durch den Einsatz solcher Wörter aus anderen Kontexten, die nicht völlig außerhalb der Mathematik stehen, aber auch keine mathematischen Fachbegriffe im engeren Sinne darstellen, Entlastung generiert würde, da diese Wörter als alltagssprachlich und bekannt vorausgesetzt werden. Dass dies in vielen Fällen nicht der Fall ist, belegen die im Rahmen der Studie durchgeführten Interviews. Ein Nichtverstehen dieser Wörter hat aber gravierende Folgen für die Bearbeitung der Aufgaben.

Da Lernende im schulischen Unterricht bei der Prüfungsvorbereitung eher mathematische Fachbegriffe trainieren, lassen sich auch in unseren Interviews kaum Probleme mit den Fachtermini konstatieren, hinter denen nicht auch konzeptuelle Hürden stecken. Die Vorbereitung auf Wörter aus anderen Kontexten ist jedoch vor der Prüfung praktisch unmöglich, da sehr viele Kontexte mit unterschiedlichen Wortfeldern Verwendung finden können und die ZP10 Mathematik über die Jahre hinweg tatsächlich auch sehr unterschiedliche Kontexte genutzt haben.

Kommt nun in einer Aufgabe wie z. B. in der folgenden Abb. 2 ein Wort wie *Erlös* vor, kann diese Aufgabe mathematisch gelöst werden, wenn man die Wortbedeutung kennt und darunter *Umsatz* versteht.

In einer Pressemitteilung steht:

Der Deutsche Fußball-Bund (DFB) als Veranstalter kalkuliert bei den 32 Spielen mit einer durchschnittlichen Auslastung von 80 Prozent, was einem Zuschauerschnitt pro Spiel von 25000 entspricht. Insgesamt rechnet der DFB mit Erlösen in Höhe von 27 Millionen Euro aus dem Verkauf der Eintrittskarten.

- (1) Von welchem durchschnittlichen Preis pro Eintrittskarte geht die Pressemitteilung aus? Notiere deine Rechnung.

Abb. 2 Aufgabe 4c1

(Quelle: ZP10 Mathematik 2011 NRW)

In den Interviews wurde daher auch explizit nach solchen Wörtern aus anderen Kontexten gefragt, um das mathematische Vorgehen der Schüler bei lexikalischen Lücken zu erfassen. Ein Schüler assoziierte mit dem Wort *Erlös* *Erlösung*, was zur Folge hatte, dass er eher von einer Subtraktion und nicht mehr von einer Addition ausging, da man ja durch Erlösung von etwas befreit wird und folglich subtrahieren muss, so die Begründung des Schülers Tareg, die im folgenden Interviewauszug zu lesen ist:

Tareg, 17 Jahre
Muttersprache Arabisch
Beginn des Deutscherwerbs in der Familie (vor dem Kindergarten):

| | |
|-------------|--|
| Tareg | Von ... ja von erlösen. So z. B. ich erlöse sie von [1 sec.] irgendetwas |
| Interviewer | Was heißt das? |
| Tareg | Halt ich nehme ihnen etwas weg. |

Auch die Anwendung von Wortbildungswissen spielt somit eine entscheidende Rolle beim sprachlichen Verstehen der Aufgabe. Ein weiterer Hinweis hierfür ist die Beobachtung in mehreren Interviews, dass *Zuschauerschnitt* (aus einer Aufgabe der ZP10 Mathematik) nicht mit *Durchschnitt* in Beziehung gesetzt werden kann, wenn das Grundwort *-schnitt* nicht auf *Durchschnitt* rückbezogen wird.

5.2.2 Morphologie und Syntax

Zur Ermittlung der konkreten Schwierigkeiten in Morphologie und Syntax wurden verschiedene Bereiche untersucht (Eisenberg 2006, Fluck 2007), wobei die Präpositionen als Strukturwörter mit besonderer Relevanz für das Lösen der Aufgaben in den Fokus genommen wurden.

Syntaktische Strukturen, wie z. B. Attribuierungen und Realisierung von Unpersönlichkeit (Passiv, „man“ u. a.), die in der Literatur zur Fachsprache und deren Vermittlung als schwierig eingestuft werden (Fluck 2007), wurden ebenfalls statistisch erfasst und in Schwierigkeitsstufen kodiert (Eisenberg 2006, Fluck 2007).

Besonders interessant ist das relativ häufige Vorkommen von Präpositionen. Eine erste Durchsicht der einzelnen Aufgaben auf morphosyntaktischer Ebene bestimmte für jede Aufgabe, ob Präpositionen vorhanden sind oder nicht. Viel wichtiger als „kommt vor“ und „kommt nicht vor“ ist aber die Beurteilung, welche der Präpositionen in welchem Kontext entscheidend für das Verständnis und damit die Lösung der Mathe-

matikaufgaben ist. Auch hier verdeutlichen die Interviews die Bedeutung der Präpositionen für das

Die Schülerin Berna nähert sich der Mathematisierung wie folgt:

Berna, 16 Jahre
Muttersprache Türkisch
Beginn des Deutscherwerbs in der Familie (vor dem Kindergarten):

| | |
|-------------|--|
| Berna | Um wie viel Prozent liegt der Verbrauch bei 100- äh 180 km/h über dem Verbrauch bei 100 km/h? Notiere deine Rechnung. Ok, das hätte ich dann nicht so richtig verstanden. Also das müsste ich mir dann öfter durchlesen, damit ich das alles verstehe. |
| Interviewer | Kannst du ruhig machen. |
| Berna | [liest die Aufgabe leise für sich durch, 14 sec.] Also hier ist das ja glaube ich dann die Aufgabe, dass wir dann herausfinden sollen, wie viel Prozent, ähm, 180 von 100 Kilometern sind. Oder? |

Berna verwendet nur die Zahlen aus der Aufgabenstellung und setzt diese zur Lösung der Aufgabe in die „Prozentsatz-Formel“ ein; Präpositionen zur Verknüpfung des Inhalts werden aber nicht beachtet. Dies hat zur Folge, dass sie die Aufgabe nicht adäquat lösen kann. Viele sprachlich starke Schülerinnen und Schüler, die beim ersten Lesen der Aufgabe die Präposition *über* in der oben genannten Aufgabe überlesen, können einen semantischen Widerspruch erkennen, sodass sie den Abschnitt erneut lesen, bis sie sich auf die Präposition fokussieren und die Bedeutung erschließen. Dies ist bei sprachlich schwachen Schülerinnen und Schülern dagegen eher nicht zu erwarten.

Auf syntaktischer Ebene sind es die hohe Anzahl und große Bedeutung von Präpositionen verbunden mit Präpositionalattributen und -objekten, in denen Informationen und Beziehungen hoch verdichtet codiert und von den Lernenden erst geeignet segmentiert werden müssen.

Verstehen der Aufgaben. Ein besonders aufschlussreiches Beispiel liefert folgender Aufgabentext zu einem grafisch gegebenen, funktionalen Zusammenhang zwischen Kraftstoffverbrauch und Geschwindigkeit:

Um wie viel Prozent liegt der Verbrauch bei 180 km/h über dem Verbrauch bei 100 km/h?

(Aufgabe 2a2, Quelle ZP10 Mathematik 2012 NRW)

Um wie viel Prozent liegt der Verbrauch bei 180 km/h über dem Verbrauch bei 100 km/h?

Über ist Bestandteil des Verbs *liegen* und leitet das Präpositionalobjekt *über dem Verbrauch* ein. Um einen (in diesem Fall prozentualen) Vergleich zu ermöglichen, wird der Verbrauch durch die Angabe *bei 180 km/h* und *bei 100 km/h* ergänzt. Diese Differenzierung wird durch die Präposition *bei* ermöglicht. Neben der Verstehensleistung der einzelnen Präpositionen erschwert somit die Segmentierung des Satzes das Verstehen der Aufgabe, obwohl dieser Satz im Vergleich zu anderen kurz ist.

Viele Schülerinnen und Schüler erkennen nicht, dass *über* mit dem Verb *liegen* in Verbindung gebracht werden muss und lesen mit folgenden Segmentierungspausen:

Um wie viel Prozent liegt der Verbrauch * bei 180 km/h über * dem Verbrauch * bei 100 km/h?

Auch der wiederholte erneute Leseversuch führt nicht zur richtigen Segmentierung. Oft werden Präpositionen auch überlesen. „Prepositions are the small words often ignored by readers but which have significant value in mathematics“ (Jorgensen 2011:324).

5.2.3 Satz- und Textlänge

Auch wenn die Untersuchungen des Einflusses der Satz- und Textlänge auf die relativen Aufgabenschwierigkeiten noch nicht abgeschlossen sind, zeigt sich bereits in den Interviews, dass die Satz- und Textlänge für keine der interviewten Lernenden der Klasse 10 einen alleinigen Grund für das Scheitern an den Aufgaben darstellen. Vielmehr entscheidet das komplexe Zusammenspiel zwischen Textverstehen, Lexik, Morphologie und Syntax über den Erfolg einer Aufgabebearbeitung.

5.3 Wechselwirkungen zwischen sprachlichen und konzeptuellen Hürden

Im Kopf der Lernenden ist das mathematische Wissen selbstverständlich nicht getrennt von den sprachlichen Kompetenzen abgelegt, stattdessen interagieren beide Wissensbestände miteinander (Prediger 2013). Dies wurde auch in den vertiefenden Interviews sehr deutlich.

Sprachliche Hürden wie komplexe Präpositionalattribute haben Auswirkungen auf die konzeptuelle Ebene, wenn durch sie die relevanten mathematischen Beziehungen nicht mehr erfasst werden können. So ist zum Beispiel für Lernende wichtig zu wissen, dass Prozentangaben immer Prozentwerte mit Grundwerten ins Verhältnis setzen, eine Präposition bei Prozenten also dazu da ist, diese Beziehung herzustellen.

Ausgewählte Beispiele der schriftlichen Aufgabebearbeitungen der ZP10M 2012 zeigen diese Schwierigkeit jedoch auch auf sprachpro-

duktiver Ebene: Nicht alle Schülerinnen und Schüler verfügen über ein entsprechendes konzeptuelles und

sprachliches Wissen, was die Präposition *über* leisten soll:

Sprachlich und fachlich richtig:

Der Verbrauch bei 180 km/h liegt 61,54% über dem Verbrauch bei 100 km/h.

Sprachlich die Rolle der Präposition erkannt, allerdings falsch angewandt und mathematisch falsch berechnet:

Der Verbrauch liegt um 22% mehr. P

$8 : 100 \cdot 12 = 1,04$ f
Es liegt 1,04% unterschied. f

Sprachlich die Präposition nicht verstanden, damit auch mathematisch falsch, weil kein Vergleichswert angegeben ist:

Um 16% liegt der Verbrauch.

a) (1) Antwort: Das Auto fährt 100 km/h schnell
(2) $\frac{180 \text{ km/h}}{100} = 1,8$
Antwort: Der Verbrauch bei 180 km/h liegt 1,8%.
 $\frac{100 \text{ km/h}}{100} = 1$
Antwort: Der Verbrauch bei 100 km/h liegt 1%.

Die große Bedeutung der Präpositionen zur Erfassung mathematischer Relationen wurde bereits mehrfach betont: „It is difficult to think of teaching mathematics without the use of prepositions.“ (Jorgensen 2011:324, ähnlich Prediger 2013, Meyer & Prediger 2012).

Dass die Präpositionen gerade für Lernende mit Deutsch als Zweitsprache sprachlich so schwierig sind, hat auch damit zu tun, dass dieser Bereich im Deutschen sehr

ausdifferenziert ist, im Zweitspracherwerb sukzessive erworben wird und auch in späten Erwerbsphasen nicht vollständig abgeschlossen ist (Bryant 2012). Dazu kommt, dass der Bereich der Präpositionen in vielen Sprachen weniger weit ausdifferenziert ist als im Deutschen. Manche Sprachen haben gar keine Präpositionen.⁵

6. Konsequenzen aus der Studie

6.1 Leitfaden zur Erstellung von Prüfungsaufgaben

Aus der Spezifizierung von sprachlichen Schwierigkeitsbereichen ist ein Leitfaden (nebenstehend abgedruckt in Kurzfassung) entstanden, der dem Ministerium für Schule und Weiterbildung für die Verwendung in der Aufgabenkommission für die Zentralen Prüfungen zur Verfügung gestellt wird. Ziel des Leitfadens ist nicht, alle benannten sprachlichen Schwierigkeiten zu vermeiden, sondern einen bewussten, progressiv verorteten Umgang sicherzustellen und unnötige sprachliche Benachteiligungen möglichst zu vermeiden. Die Implementierung des Leitfadens in die Erstellung und Überarbeitung von Prüfungstexten soll somit zu einer optimierten sprachlichen Gestaltung von Prüfungsaufgaben beitragen.

6.2 Konsequenzen für Fördermaßnahmen und Regelunterricht

Die quantitativen und qualitativen Resultate zur hohen Bedeutung der (bildungs-)sprachlichen Kompetenz für den Erfolg in den Mathematikprüfungen legen nahe, nicht nur die Prüfungen sprachsensibel zu gestalten, sondern vor allem die Sprachkompetenz der Lernenden gezielter zu entwickeln. Dazu werden derzeit in weiteren Projekten sprachfördernde Ansätze für den Mathematikunterricht entwickelt, erprobt und evaluiert, bei denen nicht allgemeine Sprachkompetenzen im Zentrum stehen, sondern die spezifischen Anforderungen des Faches Mathematik (vgl. auch Meyer & Prediger 2012). Dass dies in gleicher Weise für alle Fächer gelten sollte, steht außer Frage und wird seit langem gefordert (MSW 1999; Benholz & Lipkowski 2000; Michalak & Bachtsevanidis 2012).

Die Interviews machen ebenso wie die langjährigen Erfahrungen im

Leitfaden zu sprachlichen Hürden in Prüfungsaufgaben im Fach Mathematik – Kurzfassung

1. Wortebene

Wortbedeutungen: Schwierigkeiten erzeugen:

- Inhaltswörter, wie Nomen und Verben, die im engeren Sinne keine mathematischen Fachwörter sind (*Erlös, Auslastung* und *Kosten anfallen*) und im umgangssprachlichen täglichen Sprachgebrauch selten vorkommen
- Wörter in metaphorischem Gebrauch (*Faustformel*, der DFB kalkuliert mit einer *Auslastung*...)

Wortbildung – Komposition (Zusammensetzung) und Derivation (Ableitung)

- Nicht transparente Wortbildungsergebnisse sind eine zusätzliche Barriere gerade für mehrsprachige Lernende und erhöhen die Schwierigkeiten bei der Bearbeitung der Aufgabe:
 - a. Zusammensetzungen (*Mehrwertsteuer, Zuschauerschnitt* ...)
 - b. Ableitungen (*durchschnittlich* ...)

Präpositionen

- Präpositionen bilden für mehrsprachige Lernende eine besondere, wenn auch nicht vermeidbare sprachliche Schwierigkeit. Sie sollten möglichst einheitlich und klar verwendet werden (z. B. *3 l/100 km* ↔ *3 l auf 100 km* ↔ *3 l bei 100 km*).
- Je häufiger Präpositionen vorkommen, desto größere Probleme können beim Verstehen der Aufgaben entstehen, da sie wichtig sind, um mathematische Beziehungen herzustellen (*um, bei, über*)

2. Satzebene

Attribuierungen

- Attribute (Ergänzungen zu Nomen) können, besonders wenn sie komplex sind oder gehäuft auftreten, zu Verständnisschwierigkeiten führen.
- Durch die Verwendung vieler Präpositionen ergeben sich auch mehr Präpositionalattribute. Präpositionalattribute sind Attribute, die mit Präpositionen eingeleitet werden (*der Verbrauch bei 180 km/h*).
- Komplexe und verschachtelte Präpositionalattribute erhöhen die Schwierigkeit zusätzlich.

Satzlänge

- Satzlänge allein erhöht nicht die Schwierigkeit.
- Die Länge eines Satzes erhöht die Schwierigkeit in der Regel nur dann, wenn weitere Schwierigkeitsbereiche hinzukommen.

3. Textebene

Referenzstrukturen

- Zwischen den Sätzen, Diagrammen, Tabellen und Teilsätzen werden durch unterschiedliche sprachliche Mittel Bezüge hergestellt, die zu sprachlichen Hürden werden können.
- Sind die Bezüge nicht transparent, werden sie oft nicht richtig gedeutet, wodurch Verstehenslücken oder Missverständnisse entstehen können.
- Mehrdeutige Referenzstrukturen erschweren generell das Verstehen von Aufgaben und sollten möglichst vermieden werden (Bsp. *Zuschauerschnitt* bezieht sich im Text auf *Durchschnitt* und nicht auf *Zuschauerplatz*; für manche sprachlich schwache Schülerinnen und Schüler ist dies nicht eindeutig).

Aufgabenstruktur

- Ungewohnte Aufgabenstrukturen und Nummerierungen von Teilaufgaben schaffen zusätzliche Herausforderungen in der Herstellung von Bezügen im Text.

Textlänge

- Textlänge allein hat bei Lernenden aus den Sekundarstufen keinen Einfluss auf das sprachliche Verstehen.
- Vielmehr beeinflussen einzelne sprachliche Merkmale (Wortebene und Grammatik) und damit verbunden die (für alle ungewohnte) Referenzstruktur das Textverstehen.

Zeit

- Das Zusammenspiel der sprachlichen Barrieren auf der Wort-, Satz- und Textebene führt dazu, dass sprachlich schwache Schülerinnen und Schüler mehr Zeit beim Verstehen der sprachlichen Äußerungen in den Aufgaben der ZP Mathematik benötigen (wenn sie ernsthaft in die Aufgaben einsteigen).

universitären Förderunterricht (vgl. Mavruk et al. 2013) deutlich, dass es den Schülerinnen und Schülern oft schwer fällt, sprachliche Strukturen und deren Bedeutung im Kontext der Mathematik zu erkennen. Dass sich „Um wie viel Prozent liegt der Verbrauch bei 180 km/h über dem Verbrauch bei 100 km/h?“ in „Um wie viel Prozent liegt A über B?“ überführen lässt, erkennen sie nicht. In Fördermaßnahmen und Regelunterricht sollte daher ein zentrales Lernziel darin bestehen, die Schülerinnen und Schüler für solche mathematik-typischen Sprachstrukturen zu sensibilisieren und die Segmentierung einzuüben.

Hierzu können Übungen zum Ab- und Aufbau hilfreich sein:

„Um wie viel Prozent liegt A über B?“

„Um wie viel Prozent liegt Peters Verbrauch über Mustafas Verbrauch?“

„Um wie viel Prozent liegt der durchschnittliche Verbrauch über dem heutigen Verbrauch?“

„Um wie viel Prozent liegt Peters durchschnittlicher Verbrauch bei 180 km/h über Mustafas einmaligem Verbrauch bei 100 km/h?“

Grundsätzlich ist der Wechsel von rezeptiver zu produktiver Sprachverwendung gerade bei konzeptionell schriftlicher Sprachvarietät (Koch/Oesterreicher 1994) bzw. Cognitive Academic Language Proficiency (CALP; Cummins 1979) erfolgversprechend.

Das Verfassen von eigenen Aufgabenstellungen im Mathematikunterricht sollte daher einen zentralen Raum einnehmen, um die Produktion komplexerer Texte sicherzustellen, wobei das Schreiben von einfachen Sachaufgaben, aber auch das Schreiben komplexerer Aufgabenstellungen, wie sie z. B. in den ZP10 zu finden sind, eine Rolle spielen sollte. Für das Thema Prozentrechnen könnte dies beispielsweise bedeuten, Schülerinnen und Schüler im Verlauf der Unterrichtsreihe prozentuale Vergleiche auf möglichst viele unterschiedliche Arten sprachlich darstellen zu lassen.

Für die Klassen 9 und 10 wäre es darüber hinaus sinnvoll, Schülerin-

nen und Schüler auch zur Eigenproduktion von Prüfungsaufgaben anzuregen. Orientierungshilfen könnten hier frühere Prüfungstexte bieten. Die Prüfungsklausuren der letzten drei Prüfungsjahre sind allen Lehrkräften und den Schülerinnen und Schülern online zugänglich. Neben der Vermittlung zentraler syntaktischer Strukturen („Um wie viel Prozent liegt A über B?“) könnte hier auch die Strukturierung von Teilaufgaben in den Fokus gerückt werden.

Schwieriger ist die Vermittlung von kontextbezogenem Wortschatz, da er weit gefasst ist. Entscheidend ist an dieser Stelle daher die sprachliche Entlastung.

Eine einfache Auflistung von Wort- und Satzmaterial für die eigene Text-

produktion ist nicht sinnvoll, wenn dieses nicht fachlich mit Bedeutung gefüllt und in den Lernkontext eingebunden ist. Daher helfen statt einzelnen Wörtern eher Satz- und Textbausteine.

Ein sprachweiternder, fach- und sprachdidaktisch sinnvoller Ansatz, der fachtypische Sprachstrukturen im Sinne des „Scaffolding“ (Gibbons 2010) einführt, berücksichtigt alle zuvor genannten sprachfördernden Elemente. Es können bestimmte Bereiche, z. B. die Präpositionen fokussiert werden, die von besonderer Relevanz für die mathematische Fachsprache sind. Hilfestellungen zur Verbalisierung des prozentualen Vergleichs führen somit zu mehr sprachlicher Sicherheit, die den fachlichen Inhalten zugutekommt:

Beispielaufgabe

Um wie viel Prozent liegt der TV-Konsum von Jugendlichen über dem Konsum von älteren Menschen? Notiere deine Rechnung.

Um wie viel Prozent liegt _____ über _____ ?

Notiere deine Rechnung.

Wortmaterial:

der Verbrauch/die Produktion/der Bedarf

– *über dem Verbrauch liegen*

– *über der jährlichen Produktion liegen*

– *über dem Bedarf liegen*

Fachliches Lernen: Prozentualer Vergleich

Sprachliches Lernen: Präposition und Wortschatz

(Gürsoy 2013)

Ein sprachsensibler Fachunterricht⁶ in diesem Sinne kann Schülerinnen und Schüler zwar nicht von ihren fehlenden Sprachkompetenzen *erlösen*, aber er kann im Regel- und Förderunterricht und auch in der Prüfungsvorbereitung nicht nur für sprachlich schwache Schüler einen „Erlös“ bringen (Meyer & Prediger 2012, Benholz & Lipkowski 2000).

7. Ausblick

Unsere Studie liefert somit viele Anhaltspunkte für die zukünftige Auseinandersetzung mit der Material- und Unterrichtsentwicklung für ei-

nen sprachfördernden Mathematikunterricht, da sie die für den mittleren Schulabschluss avisierten Kompetenzen in den Blick nimmt.

Im Runderlass des Ministeriums für Schule und Weiterbildung in NRW vom 29.06.2012 ist der Auftrag festgeschrieben, „Teilhabe und Integration durch Bildung, insbesondere im Hinblick auf interkulturelle Unterrichts- und Schulentwicklung und „durchgängige Sprachbildung“ zu fördern. Hierdurch sollen „die Bildungschancen von Kindern und Jugendlichen verbessert“ werden, die nicht zuletzt durch die Ergebnisse in

den Zentralen Prüfungen 10 mitbestimmt werden.

Die Entwicklung und Implementierung von Fördermaßnahmen für den Mathematikunterricht, die ein koordiniertes fachliches und sprachliches Lernen ermöglichen, sind also dringend geboten. Hierbei sollten in erster Linie Materialien für den Regelunterricht im Fokus stehen und in zweiter Linie für besondere Schülergruppen, etwa Seiteneinsteiger oder Schulformwechsler, additive Angebote entwickelt werden. Die Materialien sollten auf mehrsprachige Lernende mit sprachlichen Schwierigkeiten ausgerichtet sein, nutzen jedoch allen (ein- und mehrsprachigen) Lernenden. Für die Umsetzung solcher Fördermaßnahmen gibt es zwar erste Konzepte und Erfahrungen (z. B. Meyer & Prediger 2012, Benholz, Lipkowski & Iordanidou 2005), doch sind gerade für koordiniert sprach- und fachdidaktische Maßnahmen weitere Entwicklungsarbeiten unter schulischen Normalbedingungen dringend erforderlich (Prediger & Wessel 2013) und weiter geplant.

Dank

Trotz des enormen organisatorischen Aufwands haben uns alle beteiligten Schulen die Bewertungsbögen und Aufgabenbearbeitungen zeitnah und unbürokratisch zur Verfügung gestellt. Hierfür möchten wir uns ausdrücklich bedanken. Ohne diese Kooperation wäre die Studie nicht möglich gewesen. Wir danken außerdem dem Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW für die Förderung und Herrn Michael Klein, Referatsleiter des Referats 534, in seiner Zuständigkeit für die ZP10 für die schulfachliche Unterstützung und das Interesse am Projekt sowie Frank Kuhardt und den anderen Hilfskräften für die zuverlässige Auswertung.

ANMERKUNGEN

- Neben den Abschlussnoten in den drei Prüfungsfächern werden wie vor 2007 alle anderen Fächer bei der Abschlussvergabe berücksichtigt. Das Gewicht der Prüfungsnote von 50% ist nur gegeben, wenn Vornote und Prüfungsnote um höchstens eine Notenstufe differieren. Ansonsten besteht die Möglichkeit (Abweichung um 2 Notenstufen) oder Verpflichtung (Abweichung um mehr als 2 Notenstufen) zu einer mündlichen Prüfung. Das Gewicht der schriftlichen Prüfungsnote reduziert sich damit auf 30%.
- Beteiligt waren die Mathematikdidaktik der Technischen Universität Dortmund (Susanne Prediger und Nadine Renk) und Deutsch als Zweit- und Fremdsprache der Universität Duisburg-Essen (Claudia Benholz und Erkan Gürsoy). Ansprechperson im Ministerium für Schule und Weiterbildung war der seinerzeit für die Prüfungen zuständige Mathematikdidaktiker (Andreas Büchter, jetzt Universität zu Köln), der sich aktiv an der Forschungsarbeit beteiligt hat. Mit der Studie wurden längerfristig angelegte Projekte vernetzt: das Projekt *ProDaZ – Deutsch als Zweitsprache in allen Fächern*, finanziert durch die Stiftung Mercator und das Ministerium für Wissenschaft und Forschung NRW (<http://www.uni-due.de/prodaz/>) und das Projekt *MuM – Mathematiklernen unter den Bedingungen von Mehrsprachigkeit*, finanziert u. a. durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (<http://www.mathematik.uni-dortmund.de/~prediger/projekte/mum/home.html>)
- „Insgesamt wird so eine größere Gerechtigkeit bei der Abschlussvergabe erreicht, da die Anforderungen transparent und die Leistungen vergleichbar werden.“ (<http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/zp10/ziele/>)
- Im C-Test wurden fünf Texte eingesetzt, die an das Weltwissen der Schülerinnen und Schüler der Klasse 10 anknüpfen und in denen bei einer gewissen Anzahl von Wörtern maximal die Hälfte der Buchstaben getilgt werden. Der C-Test erfasst die Leseleistung/das Textverständnis und die grammatische Kompetenz (vgl. Baur et al. 2013). Einer der fünf Texte wurde aus einem Schulbuch der Mathematik entnommen, sodass ferner z. T. auch die bildungssprachliche Kompetenz im Fach Mathematik erhoben wurde.
- So würde das *über* im Sinne von *liegen über* im Griechischen beispielsweise mit dem verstärkenden Adverb $\pi \nu \omega$ (*oben*) + Präposition $\alpha \pi$ (*von*) ausgedrückt, wodurch die Bedeutung betont und klarer wird. Das Griechische kommt mit weniger Präpositionen aus als das Deutsche, da sie durch zugefügte Adverbien spezifiziert werden. Die Präposition $\sigma \epsilon$ kann beispielsweise je nach Kontext u. a. mit *in*, *an*, *auf*, *bei*, *zu*, *nach*, *um* übersetzt werden.

Im Türkischen würde hier die Postposition *üstünde* verwendet, die sich wie folgt segmentieren lässt: *üst-ü-n-de*. Die Bedeutung setzt sich demnach aus *üst = oben*, *ü = Possessivsuffix*, das die Relation herstellt, *n = Gleitlaut*, *de = Lokativ*. Präpositionen werden von türkischen Muttersprachlern daher häufig nicht in ihrem semantischen relationalen Gehalt erfasst, da das Possessivsuffix im Türkischen polyfunktional ist (Beese/Gürsoy 2012).

- Vgl. auch neue Kernlehrpläne Mathematik für die Hauptschule (2011) und für die Abendrealschule (2012, derzeit in der Verbändebeteiligung), die ein Kapitel „sprachsensibler Mathematikunterricht“ enthalten.

LITERATUR

- Abedi 2006 Abedi, J.: Language issues in item-development. In: S.M. Downing & T.M. Haldyna (Eds.), *Handbook of test development* (pp. 377-398). Mahwah, NJ: Erlbaum 2006.
- Baur, R. S. & Goggin, M. & Wrede-Jackes, J.: Der C-Test: Einsatzmöglichkeiten im Bereich DaZ. In: Kompetenzzentrum ProDaZ. 2013. Zugriff am 10.04.2013 unter: http://www.uni-due.de/imperia/md/content/prodaz/c_test_einsatzmoeglichkeiten_daz.pdf
- Baur, R. S. & Spettmann, M.: Lesefertigkeiten testen und fördern. In: Benholz, C., Kniffka, G., Winters-Ohle, E. (Hrsg.). *Fachliche und sprachliche Förderung von Schülern mit Migrationsgeschichte*. Münster u. a.: Waxmann 2010, S. 95-114.
- Beese, M. & Benholz, C.: Sprachförderung im Fachunterricht. Voraussetzungen, Konzepte und empirische Befunde. In: Röhner, C., Hövelbrinks, B.: *Fachbezogene Sprachförderung in Deutsch als Zweitsprache. Theoretische Konzepte und empirische Befunde zum Erwerb bildungssprachlicher Kompetenzen*. Weinheim und Basel: Juventa 2012, S. 37-56.
- Beese, Melanie & Gürsoy, Erkan: Bezüge herstellen im Deutschen und Türkischen – Sprachliche Stolpersteine beim Mathematiklernen für zweisprachige Lernende In: *Praxis der Mathematik in der Schule*. Heft 45, Themenschwerpunkt „Ausgesprochen Mathe – Sprachen fördern“, 2012, S. 34-37.
- Benholz, C. & Lipkowski, E.: Förderung in der deutschen Sprache als Aufgabe des Unterrichts in allen Fächern. In: *Deutsch lernen*. Heft 1, 2000, S. 1-10.
- Benholz C. & Lipkowski, E. & Iordanidou, C.: Bedingungen des Textverstehens – Stolpersteine und Fördermöglichkeiten. In: *Grundschulverband. Beiträge zur Reform der Grundschule*. Band 120: *Deutsch als Zweitsprache lernen*, hrsg. von Horst Barntitzky und Angelika Speck-Hamdan, 2005, S. 242-258.
- Benholz, C. & Kniffka, G. & Winters-Ohle, E. (Hrsg.): *Fachliche und sprachliche Förderung von Schülern mit Migrationsgeschichte*. Münster u. a.: Waxmann 2010.

- Bryant, D.: Lokalisierungsausdrücke im Erst- und Zweitspracherwerb. Typologische, ontogenetische und kognitionspsychologische Überlegungen zur Sprachförderung in DaZ. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren 2012.
- Cummins, J.: Cognitive/academic language proficiency, linguistic interdependence, the optimum age question and some other matters. In: Working Papers on Bilingualism, 19, 1979, 121-129.
- Eisenberg, P.: Grundriss der deutschen Grammatik. Das Wort. Bd. 1. 3. Aufl., Stuttgart u. a.: Metzler 2006.
- Fluck, H.-R.: Fachdeutsch in Naturwissenschaft und Technik. Einführung in die Problematik der Fachsprachen und die Didaktik/Methodik eines fachsprachlichen Deutschunterrichts. Heidelberg: Groos 1997.
- Gibbons, P.: Learning Academic Registers in Context. In: Benholz, C., Kniffka, G., Winters-Ohle, E. (Hrsg.). Fachliche und sprachliche Förderung von Schülern mit Migrationsgeschichte. Münster u. a.: Waxmann 2010, S. 25-37.
- Goggin, M.: C-Test zur Erfassung der Sprachkompetenzen im 9. Jahrgang. Erstellt für das Projekt *Sprachliche und konzeptuelle Herausforderungen für mehrsprachige Lernende in den Zentralen Prüfungen 10 im Unterrichtsfach Mathematik*. 2011 Unveröffentlicht.
- Gürsoy, E.: Textkohäsion und -kohärenz in den Zentralen Prüfungen 10 Mathematik unter den Bedingungen migrationsbedingter Mehrsprachigkeit. Dissertation in Vorbereitung, Universität Duisburg-Essen (i. V.).
- Gürsoy, E.: Sprachförderung im Mathematikunterricht. In: Beese, M. et al.: Sprachförderung in allen Unterrichtsfächern. München: Goethe-Institut (eingereicht) 2013.
- Heinze, A., Reiss, K., Rudolph-Albert, F., Herwart-Emden, L. & Braun, C.: The development of mathematical competence of migrant children in German primary schools. In: Tzekaki, M. et al. (Hrsg.), Proceedings of 33rd PME, Thessaloniki 2009, 3-145-152.
- Jorgensen, R.: Language, culture and learning mathematics: A Bourdieuan analysis of Indigenous learning. In: Wyatt-Smith, C. et al. (Hrsg.), Multiple Perspectives on Difficulties in Learning Literacy and Numeracy. Dordrecht u. a.: Springer 2011, S. 315-329.
- Kaiser, G. & Schwarz, I.: Können Migranten wirklich nicht rechnen? Zusammenhänge zwischen mathematischer und allgemeiner Sprachkompetenz. In: Schüler. Themenheft Migration, 2009, S. 68-69.
- Koch, P. & Oesterreicher, W.: Schriftlichkeit und Sprache. In: Günther, H. & Otto, L. (Hrsg.), Schrift und Schriftlichkeit. Ein interdisziplinäres Handbuch internationaler Forschung. Berlin und New York 1994, S. 587-604.
- Mavruk, G. & Benholz, C. & Gürsoy, E. & Möllering, M. & Lakehal, S.: Sprachlern- und Bildungserfolg aus der Sicht von mehrsprachigen Schülerinnen und Schülern – Das Projekt „Förderunterricht für Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund“ an der Universität Duisburg-Essen und Implikationen für die Lehrerbildung. Deutsch als Zweitsprache 4/2012. 2013.
- Meyer, M. & Prediger, S.: Sprachenvielfalt im Mathematikunterricht – Herausforderungen, Chancen und Förderansätze. In: Praxis der Mathematik in der Schule. Heft 45, Themenschwerpunkt „Ausgesprochen Mathe – Sprachen fördern“, 2012, S. 2-9.
- Michalak, M. & Bachtsevanidis, V.: Zweitsprache Deutsch in Chemie, Geschichte und Co. – Sprachliche Voraussetzungen und didaktische Anforderungen im fachsprachlichen Schulunterricht. Deutsch als Zweitsprache 2/2012. S. 4-19.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen: Förderung in der deutschen Sprache als Aufgabe des Unterrichts in allen Fächern. Empfehlungen. Frechen: Ritterbach 1999.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung: Vielfalt gestalten – Teilhabe und Integration durch Bildung; Verwendung von Integrationsstellen. Rd.Erl. d. MSW v. 29. Juni 2012
- Niehaus, B.: Untersuchung zur Satzlängenhäufigkeit im Deutschen. In: Glottometrika 16. (Hrsg. Karl-Heinz Best). Trier: Wissenschaftlicher Verlag 1997, S. 213-276.
- OECD (2007): Science Competencies for Tomorrow's World: Vol. 2: Data (PISA 2006). OECD, Paris.
- Paulus, C. (2009). Die „Bücheraufgabe“ zur Bestimmung des kulturellen Kapitals bei Grundschulern. Zugriff am 03.12.2012 unter: http://bildungswissenschaften.uni-saarland.de/personal/paulus/Artikel/BA_Artikel.pdf
- Pieper, U.: Über die Aussagekraft statistischer Methoden für die linguistische Stilanalyse. Tübingen: Narr 1979.
- Kontakt: Erkan Gürsoy, Universität Duisburg-Essen, Fakultät Geisteswissenschaften, Deutsch als Zweit- und Fremdsprache, Universitätsstr. 12, 5141 Essen
Email: erkan.guersoy@uni-due.de
- Dr. Claudia Benholz, Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Geisteswissenschaften, ProDaZ – Deutsch als Zweitsprache in allen Fächern, Universitätsstr. 12, 45141 Essen.
- Nadine Renk, Technische Universität Dortmund, Institut für Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts, Vogelpothsweg 87, 44227 Dortmund.
- Prof. Dr. Susanne Prediger, Institut für Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts, Technische Universität Dortmund, 44221 Dortmund
E-Mail: prediger@math.uni-dortmund.de
- Prof. Dr. Andreas Büchter, Universität zu Köln, Seminar für Mathematik und ihre Didaktik, Gronewaldstraße 2, 50931 Köln.
- Prediger, S.: Darstellungen, Register und mentale Konstruktion von Bedeutungen und Beziehungen – Mathematikspezifische sprachliche Herausforderungen identifizieren und überwinden. In: Becker-Mrotzek, M. et al. (Hrsg.): Sprache im Fach – Sprachlichkeit und fachliches Lernen. Münster u. a.: Waxmann 2013, S. 167-183.
- Prediger, S. & Özdil, E. (Hrsg.): Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit – Stand und Perspektiven zu Forschung und Entwicklung. Münster: Waxmann 2011.
- Prediger, S. & Wessel, L.: Fostering second language learners' constructions of meanings for fractions – Design and effects of a language- and mathematics-integrated intervention. Erscheint in: Mathematics Education Research Journal (im Druck).
- Prediger, S. & Renk, N. & Büchter, A. & Gürsoy, E. & Benholz, C.: Family background or language disadvantages? Factors for underachievement in high stakes tests. Erscheint in: Proceedings of the 37th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Kiel, Germany: PME (im Druck).
- Renk, N. & Büchter, A. & Prediger, S. & Benholz, C. & Gürsoy, E.: Fachspezifische Verwendung sprachlicher Mittel in Mathematikaufgaben – empirische Analysen der Zentralen Prüfungen 10 in NRW. Erscheint in: Beiträge zum Mathematikunterricht. Münster: wtm Verlag (im Druck).
- Rothweiler, M.: Bilingualer Spracherwerb und Zweitspracherwerb. In: Steinbach, Markus et al. (Hrsg.). Schnittstellen der germanistischen Linguistik. Stuttgart/Weimar: Metzler 2007, 103-135.
- <http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/zp10/>
<http://www.uni-due.de/prodaz>
<http://www.mathematik.uni-dortmund.de/~prediger/projekte/mum/home.html>
<http://www.uni-due.de/foerderunterricht/>