

Dortmunder Beiträge zur Entwicklung
und Erforschung des Mathematikunterrichts

RESEARCH

Nadine Wilhelm

Zusammenhänge zwischen Sprachkompetenz und Bearbeitung mathematischer Textaufgaben

Quantitative und qualitative Analysen
sprachlicher und konzeptueller Hürden



Springer Spektrum

Dortmunder Beiträge zur Entwicklung und Erforschung des Mathematik- unterrichts

Band 25

Herausgegeben von

S. Hußmann,

M. Nührenbörger,

S. Prediger,

C. Selter,

Dortmund, Deutschland

Eines der zentralen Anliegen der Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts stellt die Verbindung von konstruktiven Entwicklungsarbeiten und rekonstruktiven empirischen Analysen der Besonderheiten, Voraussetzungen und Strukturen von Lehr- und Lernprozessen dar. Dieses Wechselspiel findet Ausdruck in der sorgsamem Konzeption von mathematischen Aufgabenformaten und Unterrichtsszenarien und der genauen Analyse dadurch initiiert Lernprozesse.

Die Reihe „Dortmunder Beiträge zur Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts“ trägt dazu bei, ausgewählte Themen und Charakteristika des Lehrens und Lernens von Mathematik – von der Kita bis zur Hochschule – unter theoretisch vielfältigen Perspektiven besser zu verstehen.

Herausgegeben von

Prof. Dr. Stephan Hußmann,

Prof. Dr. Marcus Nührenböcker,

Prof. Dr. Susanne Prediger,

Prof. Dr. Christoph Selzer,

Technische Universität Dortmund, Deutschland

Nadine Wilhelm

Zusammenhänge zwischen Sprachkompetenz und Bearbeitung mathe- matischer Textaufgaben

Quantitative und qualitative Analysen
sprachlicher und konzeptueller Hürden

Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. Susanne Prediger

 Springer Spektrum

Nadine Wilhelm
Technische Universität Dortmund
Deutschland

Dissertation Technische Universität Dortmund, 2016

Tag der Disputation: 10.02.2016
Erstgutachterin: Prof. Dr. Susanne Prediger
Zweitgutachter: Prof. Dr. Andreas Büchter

Dortmunder Beiträge zur Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts
ISBN 978-3-658-13735-9 ISBN 978-3-658-13736-6 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-658-13736-6

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Spektrum

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2016

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Spektrum ist Teil von Springer Nature
Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Geleitwort

Angesichts der zunehmenden sprachlichen Heterogenität an deutschen Schulen – ausgelöst durch Migration und soziale Ungleichheit – wird Sprachkompetenz auch für den Mathematikunterricht ein immer relevanterer Hintergrundfaktor. Die vorliegende Arbeit leistet zur Erklärung von sprachbedingten Leistungsdisparitäten einen zentralen Beitrag, indem sie aufbauend auf empirischen Analysen zur Bedeutung des Faktors Sprachkompetenz Tiefenanalysen anstellt, die sprachbedingte Hürden genauer identifizieren.

Die Analysen von rund 200 Klausuren aus den Zentralen Prüfungen 10 Mathematik in Nordrhein-Westfalen zum Mittleren Schulabschluss und Interviews mit über 40 Lernenden zeigen, dass sich sprachbedingte Hürden nicht „von extern“ über die mathematikdidaktischen Phänomene legen, sondern eng mit ihnen verbunden sind. Denn sprachlich schwache Lernende scheitern nicht nur an Lesehürden, sondern vor allem auch an konzeptuellen Hürden. Dies ist das zentrale Ergebnis der vielschichtig angelegten Analysen.

Das Dissertationsprojekt entstand eingebettet in ein interdisziplinäres Forschungsprojekt, dessen Ergebnisse auch auf wissenschaftlicher Expertise aus Sprachdidaktik und quantitativer Methodenkenntnis der Kooperationspartner basieren. Der über diese Kooperation hinaus gehende Beitrag dieser Arbeit liegt in der interessanten theoretischen Fundierung und vor allem in den tiefgehenden qualitativen Analysen aus mathematikdidaktischer Perspektive.

Der aus fünf Kapiteln bestehende Grundlagenteil der Arbeit zeigt, wie viele unterschiedliche Stränge von Theorie und empirischen Analysen zusammengeführt werden müssen: Ausgehend von einer kurzen Begriffsklärung zu Textaufgaben und Kompetenz werden Befunde der empirischen Bildungsforschung zu Zusammenhängen von herkunftsbedingten Hintergrund- und Kompetenzfaktoren zur Mathematikleistung zusammengetragen. Zwar wurden herkunftsbedingte Disparitäten bereits in vielen Studien gefunden, doch zeigt der Literaturüberblick die Forschungslücke zu den noch unbefriedigenden Erklärungsansätzen, warum die Zusammenhänge gelten.

Um in den Analysen zu möglichen Erklärungsansätzen nicht zu kurz zu greifen, wird die Diskussion über mögliche Einflüsse von Sprache auf das Mathematiklernen grundlegend auf die Unterscheidung von kommunikativer und kognitiver Funktion von Sprache aufgebaut. Mit dieser theoretischen Perspektive ist es schlüssig, sich dem Phänomen nicht allein über die Lesekompetenz in lesepsychologischer Tradition zu nähern, sondern auch andere kognitionspsychologische und mathematikdidaktische Beschreibungsansätze für Bearbeitungsprozesse von Textaufgaben heranzuziehen, z.B. das Prozessmodell von Reusser. Insgesamt stellt die Autorin damit einen gut handhabbaren und präzise aufgebauten Theorieapparat bereit, der den unterschiedlichen Facetten der vielschichtigen Rekonstruktionen später gerecht werden kann.

Methodisch ist das Projekt gekennzeichnet durch die systematische Kombination schriftlicher und mündlicher Datenerhebungsmethoden und quantitativer und qualitativer Datenauswertungsmethoden, die sowohl statistische Evidenzen zu Zusammenhängen als auch tiefe Einsichten ermöglichen.

Den Schwerpunkt des Forschungsteils der Arbeit stellen die Tiefenstudien dar. In Itemanalysen werden theoretische Analysen mit empirischen Analysen verknüpft, um aufzuzeigen, dass die Isolierung potenziell schwierigkeitsgenerierender Merkmale aus den Items nur für mathematikdidaktische Merkmale (wie Problemlösegehalt oder Offenheit) gelingt, während die sprachlichen Merkmale (wie Existenz syntaktisch komplexer Konstruktionen oder lexikalisch ungewohnter Worte) sich nicht als schwierigkeitsgenerierend isolieren lassen, sondern immer im Zusammenspiel zu wirken scheinen.

Diese Ergebnisse motivieren die zweite Tiefenstudie mit Analysen schriftlicher Produkte und einer Interviewstudie. Über verschiedene Items hinweg werden typische Hürden klassifiziert und durch die Kontrastierung verschiedener Lernender genauer spezifiziert. Eine spezifische mathematikdidaktische Stärke dieser Kapitel liegt darin, dass sich die Autorin nicht mit allgemeinen Kategorien zur Analyse zufrieden gibt, sondern den unterschiedlichen mathematischen Inhalten der Items gerecht wird durch aufgabenspezifische Analyseinstrumente, mit denen sie sehr feingliedrig die konzeptuellen Bearbeitungswege und dabei auftauchende Hürden erfassen kann. Diese werden zu einem griffigen und für weitere Anschlussforschung hoch relevanten Kompendium zusammengefasst.

Insgesamt entsteht auf diese Weise ein tiefes und theoretisch gründlich abgesichertes Bild auf sprachbedingte Hürden, das viele simple Erklärungsansätze relativiert, indem es gerade die komplexen Zusammenhänge zwischen sprachlichen und konzeptuellen Hürden aufblättert.

Die Ergebnisse leisten einen substantiellen Beitrag zur Theoriebildung und sind gleichzeitig von hoher praktischer Relevanz, die durch Anschlussarbeiten auch in konstruktiver Richtung der Förderung von Lernenden zur Überwindung dieser Grenzen weiter ausgearbeitet werden könnte. Eine Weiterarbeit mit den Ansätzen und Ergebnissen durch andere Forschende ist angesichts der hohen Aktualität des Themas unbedingt wünschenswert.



Susanne Prediger

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen aufrichtig danken, die mich in den letzten Jahren bei der Entstehung der vorliegenden Arbeit unterstützt und begleitet haben.

Prof. Dr. Susanne Prediger danke ich für die hervorragende Betreuung meiner Arbeit. Von ihr erfuhr ich in einem stets ausgewogenen Verhältnis fachliche Unterstützung bei vielfältigen mathematikdidaktischen Herausforderungen und die Freiheit und das Vertrauen, eigene Wege beschreiten zu können. Auch über meine Arbeit hinaus habe ich ihre Begeisterung an mathematikdidaktischer Forschung als ansteckend und inspirierend erlebt.

Prof. Dr. Andreas Büchter danke ich für seinen außerordentlichen Einsatz als Zweitgutachter, seine kritischen Kommentare und hilfreichen Anregungen. Er verstand es, in den richtigen Momenten Mut zu machen und zu motivieren. Auch bei wiederholten Fragen zu statistischen Auswertungen und stochastischen Fragestellungen brachte er stets die Geduld für beratende Gespräche auf.

Dem *Team des interdisziplinären Forschungsprojekts* „Sprachliche und konzeptuelle Herausforderungen für mehrsprachige Lernende in den Zentralen Prüfungen 10 im Unterrichtsfach Mathematik“ danke ich für die fruchtbaren und anregenden Diskussionen. Im gemeinsamen Projektjahr und darüber hinaus haben die Gespräche mit *Dr. Erkan Gürsoy* und *Dr. Claudia Benholz* aus dem Bereich Deutsch als Zweitsprache meine eigene Arbeit sehr bereichert.

Neben meiner Betreuerin und meinem Betreuer sowie dem Projektteam haben viele weitere (z.T. ehemalige) *Kolleginnen und Kollegen* am Institut zur Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts (IEEM) der TU Dortmund zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen. Das kollegiale, anregende Arbeitsklima habe ich als sehr angenehm empfunden.

Besonders möchte ich den *Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der AG Hußmann/Prediger* danken für das Interesse, die vielen konstruktiven Rückmeldungen und die Bereitschaft zum Korrekturlesen.

Ohne das *Team aus studentischen Hilfskräften* wäre insbesondere die Breitenstudie des Forschungsprojekts nicht möglich gewesen. Ich danke jeder und jedem einzelnen für die zuverlässige Datenerhebung und Dateneingabe.

Ebenso unmöglich wäre die Studie ohne die beteiligten *Lernenden* sowie die *Lehrerinnen und Lehrer* gewesen. Ihnen gebührt mein Dank für ihre Bereitschaft zur Mitarbeit.

Mein größter Dank gilt meiner *Familie*, insbesondere meinem Mann *Marco* und meiner Tochter *Emilia*. Ich danke meinem Mann für seine Geduld und seine Begeisterung für meine Arbeit. Vielen Dank für die Unterstützung in jeder Lebenslage und die Ermutigung, die mir stets die notwendige Kraft geben!

Nadine Wilhelm

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Einleitung..... | 1 |
| I Grundlagen | 7 |
| 1 Grundlegende Begriffsklärung: Textaufgaben, mathematische Kompetenz und Leistung | 7 |
| 1.1 Verständnis von Textaufgaben in der vorliegenden Arbeit..... | 8 |
| 1.2 Allgemeiner Kompetenzbegriff, mathematische Kompetenz und ihre Messung | 9 |
| 1.3 Mathematikkompetenz und -leistung im spezifischen Untersuchungskontext der Zentralen Prüfungen 10 Nordrhein-Westfalen | 12 |
| 2 Empirische Befunde zu Zusammenhängen von herkunftsbedingtem Hintergrund- und Kompetenzfaktoren und Mathematikleistung..... | 12 |
| 2.1 Zusammenhänge von sozialer Herkunft und Mathematikleistung ... | 14 |
| 2.2 Zusammenhänge von Migrationshintergrund und Mathematikleistung..... | 18 |
| 2.3 Zusammenhänge von Leseleistung und Mathematikleistung..... | 21 |
| 2.4 Zusammenhänge von Sprachkompetenz und Mathematikleistung .. | 30 |
| 2.5 Zusammenfassung und Konsequenzen..... | 33 |
| 3 Überblick über Funktionen und Rollen von (Bildungs-)Sprache im Unterrichtsfach Mathematik | 35 |
| 3.1 Kommunikative und kognitive Funktion von Sprache..... | 35 |
| 3.2 Das Konzept der Bildungssprache zwischen der Alltagssprache und den Fachsprachen | 36 |
| 3.3 Zusammenfassung und Konsequenzen..... | 49 |
| 4 Lesen aus lesepsychologischer Perspektive und Bedeutung für die Bearbeitung von Textaufgaben | 50 |
| 4.1 Lesen als aktiver Prozess..... | 51 |
| 4.2 Leseverstehensprozesse und potenzielle allgemeine und mathematische Schwierigkeiten | 52 |
| 5 Bearbeitungsprozesse mathematischer Textaufgaben jenseits des reinen Textverständnisses | 65 |
| 5.1 Prozess der Textaufgabenbearbeitung | 65 |
| 5.2 Mathematikspezifische Hürden beim Bearbeiten von Textaufgaben jenseits der Leseprozesse | 76 |
| 6 Forschungsfragen | 80 |

| | |
|--|------------|
| II Anlage des gesamten Forschungsprojekts | 85 |
| 7 Quantitative und qualitative Verfahren und ihre Triangulation: Mixed-Methods-Design | 85 |
| 7.1 Quantitative und qualitative Forschungsansätze und ihre Triangulation | 85 |
| 7.2 Mixed-Methods-Design in der vorliegenden Arbeit | 88 |
| 8 Forschungskontext | 90 |
| 8.1 Einbindung in das übergeordnete Forschungsprojekt | 90 |
| 8.2 Rahmenvorgaben der Zentralen Prüfungen 10 als exemplarisch betrachtete Prüfung | 91 |
| 9 Überblick über den zeitlichen Ablauf und die Phasen des Dissertationsprojekts | 95 |
| | |
| III Breitenstudie | 101 |
| 10 Methodologie und Design der Breitenstudie | 101 |
| 10.1 Erhebungsinstrumente | 101 |
| 10.2 Stichprobe | 109 |
| 10.3 Auswertungsverfahren | 111 |
| 11 Ergebnisse der Breitenstudie | 116 |
| 11.1 Zusammenhänge zwischen Hintergrundfaktoren und Mathematikleistung | 116 |
| 11.2 Schwierigkeit der Items | 123 |
| 11.3 Gruppenunterschiede auf Item-Ebene | 125 |
| 12 Zwischenfazit | 129 |
| | |
| IV Tiefenstudie I | 133 |
| 13 Fachliche, mathematikdidaktische und sprachliche Analysen der vertieft behandelten Items | 133 |
| 14 Theoretische und empirische Itemanalyse | 153 |
| 14.1 Realisierung der theoretischen und empirischen Itemanalyse | 154 |
| 14.2 Potenzielle Hürden und tatsächliche Schwierigkeiten in den ZP10: Ergebnisse der theoretischen und der empirischen Itemanalyse | 158 |
| | |
| V Tiefenstudie II | 171 |
| 15 Methoden und Design der Tiefenstudie II mit Interviews sowie Studie schriftlicher Produkte | 171 |

| | | |
|------------------------|--|------------|
| 15.1 | Übergreifende Analyseperspektive auf Bearbeitungsprozesse | 171 |
| 15.2 | Methoden der Datenerhebung | 174 |
| 15.3 | Methoden der Datenauswertung..... | 188 |
| 16 | Schwierigkeiten in Bearbeitungsprozessen von mathematischen Textaufgaben..... | 191 |
| 16.1 | Schwierigkeiten auf der Wortebene: Lexikalische Hürden | 193 |
| 16.2 | Schwierigkeiten auf Satzebene: Morpho-syntaktische Hürden | 203 |
| 16.3 | Schwierigkeiten auf Textebene: Textuelle Hürden | 229 |
| 16.4 | Zwischenfazit zu Schwierigkeiten im Leseprozess | 239 |
| 16.5 | Schwierigkeiten im weiteren Modellierungsprozess: Bilden des Situationsmodells | 239 |
| 16.6 | Schwierigkeiten im weiteren Modellierungsprozess: Nicht aufgebautes konzeptuelles Verständnis..... | 265 |
| 17 | Zwischenfazit zur Tiefenstudie II..... | 291 |
| VI | Fazit | 293 |
| 18 | Zusammenfassung und Ausblick..... | 293 |
| 18.1 | Zusammenfassung der empirischen Ergebnisse | 293 |
| 18.2 | Grenzen des Forschungsprojekts..... | 302 |
| 18.3 | Konsequenzen für die didaktische Forschung und Entwicklungsherausforderungen für die Schulpraxis..... | 304 |
| Literatur | | 311 |

Einleitung

*„Auf jeden Fall keine Fremdwörter benutzen.
Ich meine, Mathe ist ja keine Sprache.
Wozu dann die Fremdwörter?“*

*Tareg (17 Jahre) auf die Frage, wie man die
Aufgaben der Zentralen Prüfungen 10 Mathematik verbessern könnte*

Tareg spiegelt mit seiner Meinung nicht nur den Standpunkt von vielen (mehrsprachigen) Lernenden wieder, sondern auch von Lehrkräften: „Muss ich als Mathematiklehrer nun zusätzlich auch Sprache unterrichten?“ ist nur eine Aussage, die exemplarisch für viele Befürchtungen von Lehrkräften steht. Obwohl die explizite Behandlung von *Fachbegriffen* in den letzten Jahren zunehmend in deutsche Klassenräume Einzug gehalten hat, ergeben sich nach wie vor sprachlich bedingte Probleme, die weit über die Wortebene hinausgehen: Lernende sehen sich mit zahlreichen sprachlich bedingten Hürden und daraus resultierenden Schwierigkeiten in der Bearbeitung von mathematischen (Text-)Aufgaben konfrontiert. Lehrkräfte stehen diesen oftmals machtlos gegenüber, da die Probleme weder genauer verortet werden können, noch adäquate Fördermöglichkeiten zur Verfügung stehen.

Laut der neuesten Mikrozensus-Ergebnisse weisen rund 20 Prozent der Einwohnerinnen und Einwohner Deutschlands einen Migrationshintergrund auf (DESTATIS 2013, S. 31). Für das Bundesland Nordrhein-Westfalen, in dem die empirischen Daten im Rahmen dieser Studie erhoben wurden, ist der Anteil mit knapp 25 Prozent noch höher als im bundesdeutschen Durchschnitt (ebd., S. 37).

Der Ländervergleich des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) präzisiert diese Zahlen für die Gruppe der Lernenden der Sekundarstufe I: Rund 26 Prozent der Lernenden der neunten Klasse in Deutschland und 33 Prozent in Nordrhein-Westfalen weisen einen Zuwanderungshintergrund auf (Pöhlmann, Haag & Stanat 2013, S. 302).

Warum ist es bedeutsam, diese Zahlen in den Blick zu nehmen? Seit Jahren wird in international vergleichenden Schulleistungstudien wiederholt gezeigt, dass in Deutschland schulische Leistungen stärker als in anderen Ländern an verschiedene Hintergrundfaktoren der Schülerinnen und Schüler gebunden sind (u.a. Baumert & Schümer 2001). Dennoch ist wenig darüber bekannt, welche dieser Faktoren besonders bedeutsam sind und wie der Einfluss zum Tragen kommt. In Frage kommen herkunftsbedingte Hintergrundfaktoren und Kompetenzfaktoren wie Sprachkompetenz und zwar nicht nur als Lesekompetenz, sondern in einem breiteren, noch zu präzisierenden Sinne.

Sprachkompetenz bezieht sich in der vorliegenden Arbeit nicht auf die alltagssprachliche Kompetenz, über die auch viele mehrsprachige Jugendliche

verfügen. Als notwendig für schulischen Erfolg wurde vielmehr die Beherrschung einer gehobenen deutschen Sprache größerer Komplexität herausgearbeitet; für diese hat sich in den letzten Jahren der Name *Bildungssprache* etabliert (Gogolin 2006, 2010; Gogolin & Lange 2011; Ahrenholz 2010). Bildungssprache wird in der Schule vorausgesetzt, aber gegenwärtig in der Regel nicht explizit gelehrt. Problematisch ist die Implizitheit der Nutzung insbesondere, weil ein zunehmender Anteil von Lernenden „deutscher wie nichtdeutscher Muttersprache [...] die vorausgesetzten Sprachkompetenzen [...] nicht in die Schule mit[bringt]“ (Feilke 2012, S. 4).

Auch hinsichtlich des Faches Mathematik lassen Ergebnisse empirischer Studien aus anderen Ländern vermuten, dass die Sprachkompetenz einen bedeutsamen Einflussfaktor für die Mathematikleistung darstellt (Secada 1992; Abedi 2006). Dies mag überraschend erscheinen, wenn das Fach Mathematik als vermeintlich spracharm eingeschätzt wird. Aber auch Befunde im deutschsprachigen Kontext legen den Zusammenhang zwischen (bildungs-)sprachlichen Kompetenzen und Mathematikleistung nahe (u.a. Heinze, Herwartz-Emden & Reiss 2007; Ufer, Reiss & Mehringer 2013).

Wie der Einfluss der Sprachkompetenz und weiterer Faktoren auf die mathematische Leistung in den Zentralen Prüfungen 10 Mathematik in Nordrhein-Westfalen (im Folgenden kurz ZP10) einzuordnen ist, ist Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Die Zentralen Prüfungen werden am Ende der Klasse 10 u.a. an Gesamtschulen geschrieben. Die Note dieser schriftlichen Prüfungen in den Fächern Mathematik, Deutsch und Englisch fließt neben der Vornote zur Hälfte in die Abschlussnote ein. Somit ist sie von zentraler Bedeutung für das Erreichen des Mittleren Schulabschlusses. Die fokussierte Prüfung ist auf einen „verständige[n] und flexible[n] Umgang mit Mathematik“ (Büchter & Pallack 2012, S. 63) ausgerichtet im Sinne einer Betonung des konzeptuellen Verständnisses und des Findens von Lösungsansätzen in außer- oder innermathematischen Kontexten.

Schwerpunkt der Arbeit ist die Beantwortung der Frage, welche spezifischen Hürden für sprachlich schwache Lernende in Textaufgaben vorliegen und wie diese in Bearbeitungsprozessen als Schwierigkeiten sichtbar werden – letztendlich mit dem Ziel, alle Lernenden adäquat auf mathematische Prüfungen vorbereiten zu können. Diesem Ziel liegt der Anspruch an Bildungsgerechtigkeit zugrunde: Nicht durch Vermeidung von Anforderungen an die sprachliche Kompetenz von Lernenden, sondern durch Transparenz der Anforderungen in mathematischen Prüfungsaufgaben. Die Prämisse ist eine geringe Kopplung von herkunftsbedingten Hintergrund- *sowie* Kompetenzfaktoren (wie der Sprachkompetenz) und der mathematischen Leistung „bei einem hohen Kompetenzniveau zu erreichen“ (Müller & Ehmke 2013, S. 258).

Dementsprechend stellt sich die Frage, mit welchen Problemen sich Tareg, der eingangs zitiert wurde, konfrontiert sieht. Als *Fremdwörter* bezeichnet er die

in einer Aufgabe der Zentralen Prüfungen Mathematik des Jahrgangs 2011 vorkommenden Begriffe *Zuschauerschnitt* und *Auslastung* – also keine typischen Fachbegriffe des Faches Mathematik. Trotz Taregs Entrüstung über die Verwendung der Begriffe kann durchaus gefordert werden, dass Lernende zur Erreichung des Mittleren Schulabschlusses mit solchen Problemen bei der Bearbeitung von Textaufgaben umgehen können. Während die dargestellte Schwierigkeit auf der *Wortebene* im Unterricht schnell und relativ problemlos durch explizite Aufarbeitung ausgeräumt werden könnte, sind andere sprachlich bedingte Hürden und Schwierigkeiten weniger transparent ersichtlich.

Im Leseverstehensprozess können neben vorliegenden Hürden auf der Wortebene auch Schwierigkeiten auf der *Satz-* und *Textebene* auftreten. Wenn Lesen als komplexes Zusammenspiel zwischen Lesenden und Text gesehen wird, ergibt sich eine Vielzahl potenzieller Ursachen.

Auch jenseits des Textverstehens können Schwierigkeiten bei der Bearbeitung von Textaufgaben auftreten. Obwohl bei oberflächlicher Betrachtung die Vermutung nahe liegt, dass einige Anforderungen (z.B. die Schätzung einer Münzhöhe) nicht von der Sprachkompetenz abhängen sollten, erweist sich z.B. die notwendige Bildung eines Situationsmodells als große Hürde für sprachlich Schwache. Weitere in der vorliegenden Arbeit betrachtete Schwierigkeiten verweisen auf die kognitive Funktion von Sprache, die vielen Schülerinnen und Schülern nicht oder nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung steht.

Die Beschreibung und Analyse der Hürden und auftretenden Schwierigkeiten für sprachlich schwache Lernende in der Breite ist das zentrale Anliegen dieser Dissertation: Die Forschungsergebnisse sollen einen Beitrag leisten, Ursachen der Benachteiligung sprachlich schwacher Lernender auf verschiedenen Ebenen verorten zu können und transparenter zu machen. Denn obwohl bildungspolitisch der Sprachförderung in allen Fächern eine große Bedeutung zugesprochen wird (wie z.B. durch das Pflichtmodul Fachlernen in der Zweitsprache für Lehramtsstudierende aller Fächer im Lehrerausbildungsgesetz in Nordrhein-Westfalen, MSW NRW 2009), ist eine übergreifende Umsetzung veränderter Unterrichtsgestaltung und fach- und sprachintegrierter Förderung erst möglich, wenn Probleme näher beschrieben werden.

Die vorliegende Arbeit ist entstanden im Kontext des interdisziplinären Forschungsprojekts „Sprachliche und konzeptuelle Herausforderungen für mehrsprachige Lernende in den Zentralen Prüfungen 10 im Unterrichtsfach Mathematik“, das durch das Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen finanziell gefördert wurde.

Aufbau der Arbeit

In *Teil I* werden zunächst die für die vorliegende Arbeit zentralen Grundlagen dargestellt. *Kapitel 1* liefert Begriffsklärungen: Zunächst wird allgemein definiert, was unter Textaufgaben und mathematischer Kompetenz verstanden wird.

Auf die hier betrachtete spezifische Prüfung wird gesondert eingegangen. *Kapitel 2* liefert empirische Befunde zu Zusammenhängen von herkunftsbedingten Hintergrund- sowie Kompetenzfaktoren und Mathematikleistungen. *Kapitel 3* gibt einen Überblick über Funktionen und Rollen von (Bildungs-)Sprache im Unterrichtsfach Mathematik. Zunächst wird auf die kommunikative und kognitive Funktion von Sprache eingegangen. Anschließend wird das Konzept der Bildungssprache dargelegt und die Rollen dieser werden geklärt. Die darauf folgenden Kapitel beziehen sich immer konkreter auf den Untersuchungsgegenstand der Bearbeitung von Textaufgaben: Zunächst wird aus lesepsychologischer Perspektive der Leseprozess allgemein und in Bezug auf mathematische Texte und Aufgaben fokussiert (*Kapitel 4*). Diese Prozesse beziehen sich auf die Wort-, Satz- und Textebene. Da die Bearbeitung von Textaufgaben weitere Teilprozesse verlangt, werden diese in *Kapitel 5* ausgeführt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Reussers Prozessmodell (u.a. 1992), welches das übergeordnete Analyseinstrument im empirischen Teil der Arbeit darstellt. Kapitel 4 und 5 liefern zudem eine Darstellung potenzieller Hürden bei der Bearbeitung von Textaufgaben auf unterschiedlichen Ebenen. Der Grundlagen-Teil schließt mit der Darlegung der sich ergebenden Forschungsfragen (*Kapitel 6*), die im empirischen Teil der Arbeit beantwortet werden.

Teil II beschreibt die Anlage des gesamten Forschungsprojekts. *Kapitel 7* bezieht sich auf quantitative und qualitative Forschungsverfahren und ihre Triangulation; zunächst allgemein, anschließend auf die vorliegende Arbeit bezogen. In *Kapitel 8* wird der Forschungskontext dargelegt. Da die Arbeit im interdisziplinären Forschungsprojekt „Sprachliche und konzeptuelle Herausforderungen für mehrsprachige Lernende in den Zentralen Prüfungen 10 im Unterrichtsfach Mathematik“ entstanden ist, werden die zentralen Zuständigkeiten der Arbeitsprozesse ausgewiesen. Zudem werden die Rahmenvorgaben der ZP10 als exemplarisch betrachtete Prüfung zusammengefasst. *Kapitel 9* schließt Teil II mit einem Überblick über den zeitlichen Ablauf und die Phasen des Dissertationsprojekts.

Teil III widmet sich der Breitenstudie. Grundlegend werden zunächst die Methodologie und das Design dieser vorgestellt (*Kapitel 10*). Dazu gehört die Darlegung der Erhebungsinstrumente zur Erfassung der abhängigen Variable Mathematikleistung und der unabhängigen Variablen zu herkunftsbedingten Hintergrundfaktoren und sprachlicher Kompetenz. Anschließend werden die Stichprobe und die Auswertungsverfahren beschrieben. Die Ergebnisse der Breitenstudie werden in *Kapitel 11* ausgeführt. Diese beziehen sich auf Zusammenhänge von Hintergrundfaktoren und Mathematikleistungen, die Schwierigkeit der Items sowie Gruppenunterschiede auf Item-Ebene. Der Teil schließt mit einem Zwischenfazit (*Kapitel 12*).

Teil IV bezieht sich auf die theoretische und empirische Itemanalyse der Tiefenstudie I. Zunächst werden zur Einführung der mathematikdidaktischen und

sprachlichen Item-Merkmale und zur Sensibilisierung für potenzielle Schwierigkeiten in Bearbeitungen von Textaufgaben ausgewählte Items der ZP10 fachlich, mathematikdidaktisch und sprachlich analysiert (*Kapitel 13*). Die theoretische und empirische Itemanalyse findet sich in *Kapitel 14*.

Den Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit stellt die Tiefenstudie II in *Teil V* dar. *Kapitel 15* befasst sich mit den Methoden und dem Design der Tiefenstudie II. Dabei wird zunächst die grundlegende Analyseperspektive dargelegt. Anschließend werden die Methoden der Datenerhebung und Datenauswertung der Interviewstudie und der Studie schriftlicher Produkte beschrieben. *Kapitel 16* stellt die Ergebnisse der Tiefenstudie II dar und zeigt Schwierigkeiten in Bearbeitungsprozessen von mathematischen Textaufgaben auf. Analog zum theoretisch dargelegten Leseprozess in Abschnitt 4.2 werden hier Schwierigkeiten auf Wort- (Abschnitt 16.1), Satz- (Abschnitt 16.2) und Textebene (Abschnitt 16.3) analysiert. Anschließend werden Schwierigkeiten im weiteren Modellierungsprozess beschrieben: Zunächst beim Bilden des Situationsmodells (Abschnitt 16.5), anschließend im nicht aufgebauten konzeptuellen Verständnis (Abschnitt 16.6). In *Kapitel 17* wird ein Zwischenfazit zur Tiefenstudie II gezogen.

Teil VI liefert schließlich auf der Grundlage der Teile III, IV und V das Fazit der vorliegenden Arbeit. Entlang der Forschungsfragen werden die zentralen Ergebnisse und die Grenzen des Forschungsprojekts dargelegt. Geschlossen wird die Arbeit mit den Konsequenzen für die didaktische Forschung und Entwicklungsherausforderungen für die Schulpraxis. Mögliche Anschlussfragen für die weitere Forschung und Entwicklung sind in den jeweiligen Abschnitten direkt eingebunden.

I Grundlagen

Im Grundlagenteil dieser Arbeit werden jene Elemente der Hintergrundtheorien und des Forschungsstandes vorgestellt, welche die Basis bilden für die empirischen Teile III, IV und V. Deutlich wird insgesamt das breite Spektrum an Hintergründen für die vorliegende Arbeit, das der Komplexität von Bearbeitungsprozessen von mathematischen Textaufgaben geschuldet ist.

Grundlegend ist die Klärung, wie Textaufgaben in der vorliegenden Arbeit definiert werden (Abschnitt 1.1) und was als in Leistungstests zu überprüfende mathematische Kompetenz verstanden wird (Abschnitt 1.2). Da auf eine spezifische Prüfung Bezug genommen wird, wird darauf gesondert eingegangen (Abschnitt 1.3).

In der Breitenstudie wird der Frage nachgegangen, welche herkunftsbedingten Hintergrund- und Kompetenzfaktoren einen Zusammenhang zur Mathematikleistung aufweisen. Zur Annäherung an diese Frage wird der aktuelle Forschungsstand zu Einflussfaktoren aufgezeigt (Kapitel 2), wodurch auch die theoretische Absicherung der Faktoren hinsichtlich ihrer Definition und Operationalisierung in Studien erfolgt. Dabei wird auch deutlich, dass Zusammenhänge bisher hauptsächlich statistisch identifiziert werden.

Die vorliegende Arbeit soll darüber hinaus fachspezifisch genauer rekonstruieren, nicht nur *dass*, sondern *wie* der Hintergrundfaktor Sprachkompetenz im Bearbeitungsprozess einen Einfluss haben kann. Dafür notwendig ist eine theoretische Klärung zur Sprache und ihrer Rollen und Funktionen in Bezug auf den Mathematikunterricht (Kapitel 3). Die Ausführungen zum Lesen (Kapitel 4) und zum Prozess der Bearbeitung mathematischer Textaufgaben (Kapitel 5) dienen der Darstellung der Hintergrundtheorie zur Einordnung der Bearbeitungsprozesse und auftretender Schwierigkeiten in der Tiefenstudie II (Teil V).

1 Grundlegende Begriffsklärung: Textaufgaben, mathematische Kompetenz und Leistung

In der vorliegenden Arbeit werden Textaufgaben der Zentralen Prüfungen Mathematik (im Folgenden abgekürzt durch ZP10) betrachtet. Wie der Begriff *Textaufgabe* hier gefasst wird, wird im Folgenden (Abschnitt 1.1) erläutert.

Bei der Untersuchung von Tests stellt sich grundsätzlich die Frage, was gemessen werden soll. Die Grundlage für die ZP10 bilden die aktuellen Kernlehrpläne für das Fach Mathematik (MSW NRW 2004), in denen festgelegt ist, über welche Kompetenzen Schülerinnen und Schüler u.a. am Ende der Jahrgangsstufe 10 verfügen sollen. Die Aufgaben stellen ein Instrument dar, in Lehrplänen und Bildungsstandards geforderte Kompetenzen ‚überprüfbar‘ zu

machen (Klieme, Avenarius, Blum, Döbrich, Gruber, Prenzel, Reiss, Riquarts, Rost, Tenorth & Vollmer 2007, S. 178). Was unter (*mathematischer*) *Kompetenz* zu verstehen ist, wird im Abschnitt 1.2 dargelegt. Im anschließenden Abschnitt 1.3 wird mathematische Kompetenz und Leistung im spezifischen Untersuchungskontext der ZP10 näher in den Blick genommen.

1.1 Verständnis von Textaufgaben in der vorliegenden Arbeit

Die in der vorliegenden Arbeit betrachteten Items der ZP10 verzichten allesamt auf eine kontextfreie Überprüfung von Rechenfertigkeiten (vgl. Abschnitt 1.3). Zur Beschreibung dieses Aufgabentypus (s.u. zur genaueren Definition) wird hier zusammenfassend von *Textaufgaben* gesprochen.

Der Begriff der Textaufgabe taucht in der mathematikdidaktischen Literatur in der Regel im Bereich des Sachrechnens mit unterschiedlichen Definitionen auf (u.a. Franke & Ruwisch 2010; Krauthausen & Scherer 2003). In einem Strang der Literatur hat sich (neben anderen) die Unterscheidung von Textaufgaben, eingekleideten Aufgaben und Sachaufgaben als Untertypen von Sachrechenaufgaben etabliert, die nach Grad der Authentizität der Kontextbezüge gestuft werden, also nach Relevanz des Kontexts (Greefrath, Kaiser, Blum & Borromeo Ferri 2013, S. 23ff). Bei so verstandenen Textaufgaben ist demnach die Sache „im Prinzip austauschbar, und die Realität ist häufig sehr vereinfacht dargestellt“ (ebd., S. 24). Dementsprechend kommen Greefrath et al. (2013) zu folgendem Schluss:

„Von einer eigenständigen Erstellung eines mathematischen Modells kann auf Grund des fehlenden echten Realitätsbezugs und der vorgegebenen Vereinfachungen nicht wirklich gesprochen werden.“ (ebd., S. 24)

Die fokussierten Items der ZP10 weisen eine relativ hohe Spannweite an Authentizität der Kontextbezüge auf. Sie zu unterscheiden ist für die Fragestellung dieser Arbeit jedoch nicht zentral (dies ist Thema der parallel angefertigten Dissertation von Leufer 2015). Entscheidend ist ihre Darstellungsform in Texten und genau diese Eigenschaft wird hier unabhängig vom Grad der Authentizität mit dem Wort Textaufgabe bezeichnet. Dieser umfassendere Wortgebrauch schließt insbesondere an die Stränge der psychologischen Beschäftigung mit Textaufgaben an (z.B. Reusser 1989; Verschaffel, Greer & De Corte 2000). Ausgeschlossen werden solche Items, die rein innermathematische Fertigkeiten verlangen. Das Konzept der Mathematical Literacy, das im nächsten Abschnitt ausgeführt wird, führt diese Abgrenzung weiter aus.

1.2 Allgemeiner Kompetenzbegriff, mathematische Kompetenz und ihre Messung

Weinert (2001) definiert Kompetenzen folgendermaßen:

„[U]nter Kompetenzen [versteht man] die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.“ (Weinert 2001, S. 27f)

Kompetenzen befähigen Personen also dazu, bestimmte Arten von Problemen erfolgreich zu lösen, „also konkrete Anforderungssituationen eines bestimmten Typs zu bewältigen“ (Klieme et al. 2007, S. 72).

Ohne an dieser Stelle weiter auf den Kompetenzbegriff im Allgemeinen einzugehen, wird bereits deutlich, dass sich Kompetenz nicht nur auf Fähigkeiten und Fertigkeiten beschränkt, sondern weitere u.a. personale und soziale Faktoren wie beispielsweise die Motivation einer Person hinzukommen.

Je nach Fachdisziplin wird Kompetenz unterschiedlich präzisiert (Klieme & Hartig 2007). Allen gemeinsam ist die Betrachtung als theoretisches Konstrukt: Erst durch Messinstrumente werden Kompetenzen beobachtbar. Allerdings sind sie „nicht direkt prüfbar, sondern nur aus der Realisierung der Dispositionen erschließbar und evaluierbar“ (Erpenbeck & von Rosenstiel 2007, S. XIX). Dementsprechend können Kompetenzen nicht direkt beurteilt werden, sondern ausschließlich die gezeigte Leistung. Wenn von Kompetenz gesprochen wird, ist „also immer ein Konstrukt [gemeint], das aus der Wirkung einer Leistung abgeleitet wird“ (Ruf & Gallin 1998, S. 97). Dieses Verständnis ist für die vorliegende Arbeit grundlegend (vgl. auch den folgenden Abschnitt 1.3).

Eine der großen Schulleistungsstudien (Large Scale Assessments) mit breitem öffentlichen Interesse ist PISA (Programme for International Student Assessment), das Kompetenzen von 15-jährigen Lernenden erfasst. Seit dem Jahr 2000 wird PISA alle drei Jahre durchgeführt. 2012 beteiligten sich 65 Länder, darunter alle 34 OECD-Mitgliedsstaaten. PISA untersucht, „wie gut die jungen Menschen in den teilnehmenden Staaten auf Herausforderungen der Wissensgesellschaft vorbereitet sind“ (Prenzel, Drechsel, Carstensen & Ramm 2004, S. 13). Dabei konzentriert sich die Studie abwechselnd auf Schwerpunkte in den Bereichen Lesekompetenz (Reading Literacy), mathematische Grundbildung (Mathematical Literacy) und naturwissenschaftliche Grundbildung (Scientific Literacy) (Baumert, Stanat & Demmrich 2001a, S. 17).

In der theoretischen Rahmenkonzeption von PISA wird expliziert, was in dieser Studie unter mathematischer Kompetenz verstanden wird (für den Durchgang 2012 vgl. OECD 2013a). Dabei wird das Konzept der *Mathematical Literacy* mit großen Überschneidungsbereichen zum Begriff der *mathematischen Grundbildung* (zur differenzierten Abgrenzung Neubrand, Biehler,

Blum, Cohors-Fresenbourg, Flade, Knoche, Lind, Löding, Möller & Wynands 2001, S. 46f) herangezogen. Mathematical Literacy wird dabei wie folgt verstanden:

„An individual’s capacity to formulate, employ, and interpret mathematics in a variety of contexts. It includes reasoning mathematically and using mathematical concepts, procedures, facts and tools to describe, explain and predict phenomena. It assists individuals to recognise the role that mathematics plays in the world and to make the well-founded judgments and decisions needed by constructive, engaged and reflective citizens.“ (OECD 2013a, S. 25)

Mathematical Literacy umfasst also auf der einen Seite die Fähigkeit, Mathematik in verschiedenen Kontexten zum Einsatz zu bringen und so Probleme lösen zu können. Auf der anderen Seite wird das Verstehen mathematischer Denk- und Arbeitsweisen und somit die Rolle der Mathematik als Bildungsgut hervorgehoben (Sälzer, Reiss, Schiepe-Tiska, Prenzel & Heinze 2013, S. 51).

Abbildung 1.1 gibt einen Überblick über zentrale Facetten von Mathematical Literacy gemäß des Verständnisses im PISA-Durchgang 2012.

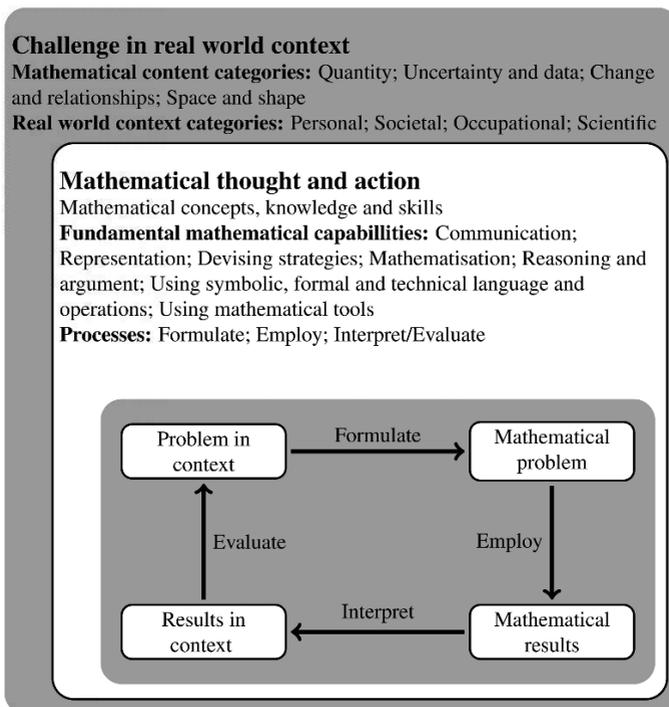


Abbildung 1.1 Überblick über zentrale Facetten von Mathematical Literacy in der Definition von PISA 2012 (OECD 2013a, S. 26)

Der äußere Kasten („Challenge in real world context“) zeigt, dass Probleme, die mit Hilfe der Mathematik gelöst werden, in der realen Welt entstehen. Sie können in der realen Welt einem bestimmten Kontext (persönlich, gesellschaftlich, beruflich, wissenschaftlich) und in der Mathematik einem Inhaltsbereich (Quantität, Unsicherheit und Daten, Veränderung und Beziehungen, Raum und Form) zugeordnet werden.

Der mittlere Kasten („Mathematical thought and action“) verdeutlicht, dass zur Problemlösung mathematische Konzepte und Fähigkeiten sowie mathematisches Wissen eingesetzt werden müssen. Dazu gehören fundamentale mathematische Fähigkeiten (wie kommunizieren, mathematisieren usw.) und Prozesse (wie formulieren, anwenden sowie interpretieren und bewerten), die schließlich im inneren Kasten in einem Kreislauf dargestellt werden (zum Modellierungskreislauf vgl. Abschnitt 5.1).

Das Konzept der Mathematical Literacy leistet insgesamt einen Beitrag zur Beantwortung der Frage, was durch mathematische Tests gemessen werden kann. Dennoch muss betont werden, dass Tests nicht mathematische Kompetenz im Allgemeinen messen, sondern immer nur Ausschnitte abgeprüft werden können.

Prinzipiell soll ein (mathematischer) Test gemäß der Forderung der Konstruktvalidität bei allen Lernenden nur genau das messen, was evaluiert werden soll. Wenn ein Test unbeabsichtigte Hürden für bestimmte Personengruppen enthält, handelt es sich um Differential Item Functioning (im Folgenden abgekürzt durch DIF), also um das unterschiedliche Funktionieren von Aufgaben bzw. Items (Vallen & van Schilt-Mol 2007, S. 16):

„Von DIF im allgemeinen Sinne ist die Rede, wenn Testaufgaben für [Schülerinnen und] Schüler mit gleichen Kenntnissen und Fähigkeiten, die aber zu unterschiedlichen Teilnehmergruppen gehören, ungewollt zu Benachteiligungen führen, so dass die Chancen, diese Aufgaben korrekt zu lösen, ungleich verteilt sind. Wenn die DIF-Quelle nicht zu dem Bereich gehört, der mit einem Test oder dem Teil eines Tests explizit gemessen werden soll, mit anderen Worten, wenn zusätzliche Kenntnisse und Fähigkeiten bei der korrekten Lösung einer Aufgabe eine Rolle spielen, so ist von Item Bias [...] die Rede.“ (Vallen 2005, S. 171)

Nicht bei allen Items mit DIF (zur statistischen Feststellung von Items mit DIF vgl. Abschnitt 10.3.3) handelt es sich um Item Biases. DIF kann ebenso aufgrund eines Aspekts des getesteten Konstrukts zustande kommen, der beabsichtigt ist. Die Suche nach potenziellen DIF-Ursachen und die Entscheidung, ob diese beabsichtigt sind oder nicht, sind keinesfalls trivial, sondern müssen im Einzelfall erfolgen. Studien zu Item Biases untersuchen die für bestimmte Personengruppen benachteiligt wirkenden Items, insbesondere in Bezug auf geschlechtsspezifische, ethnische, sprachliche, kulturelle oder soziale Unterschiede (u.a. Artelt & Baumert 2004; Jurecka 2010).

Im folgenden Abschnitt wird sich der Frage angenähert, wie potenzielle sprachliche Hürden grundsätzlich im Hinblick auf sprachliche Biases betrachtet

werden und wie mit DIF-Werten bzgl. möglicherweise mangelnder Konstruktvalidität umgegangen wird.

Zunächst wird darauf eingegangen, was unter mathematischer Kompetenz und Leistung im spezifischen Untersuchungskontext der ZP10 in Nordrhein-Westfalen zu verstehen ist und inwiefern das Literacy-Konzept zugrunde liegt.

1.3 Mathematikkompetenz und -leistung im spezifischen Untersuchungskontext der Zentralen Prüfungen 10 Nordrhein-Westfalen

Der Anspruch an Tests liegt in der Regel in der Erfassung einer breiten Kompetenz. In dieser Arbeit wird (insbesondere mathematische und sprachliche) Kompetenz verstanden als ein latentes Konstrukt, welches als Leistung bzw. Performanz in Leistungsstudien gemessen wird. Bei den ZP10 (zur Konzeption vgl. Abschnitt 8.2) wird eher Mathematikleistung im Sinne von Prüfungs- bzw. Schulerfolg in den Blick genommen als Kompetenz im breiten Sinn. Dementsprechend wird Performanz in einem punktuellen Test erfasst, der durch Lehrkräfte bewertet wird.

Grundlegend für die ZP10 sind die Kernlehrpläne Mathematik für die Sekundarstufe I (für die hier bedeutsamen Kernlehrpläne für die Realschule vgl. MSW NRW 2004). Die darin normativ geforderten mathematischen Kompetenzen weisen einen hohen Bezug zum oben vorgestellten Konstrukt der Mathematical Literacy auf. Dementsprechend ist zu betonen, dass die ZP10 spezifisch auf Mathematical Literacy als „verständige[n] und flexible[n] Umgang mit Mathematik“ (Büchter & Pallack 2012, S. 63) ausgerichtet sind. In den ZP10 geht es nicht um kontextfreie Rechenfertigkeiten, sondern stattdessen um das Finden von Lösungsansätzen in außer- oder innermathematischen Kontexten und insbesondere um konzeptuelles Verständnis (ebd.).

Diese Konzeption der ZP10 ist für die vorliegende Arbeit besonders bedeutsam: So arbeitet Brown (2005) für die US-amerikanische Situation empirisch heraus, dass die Relevanz der Sprachkompetenz besonders hoch für jene Leistungstests ist, deren Konzeption von einem Literacy-Ansatz ausgeht und die Testitems mit Realitätskontexten mit einer höheren linguistischen Komplexität beinhalten. Dementsprechend müsste auch hinsichtlich der Leistung in den ZP10 die Sprachkompetenz einen bedeutsamen Prädiktor darstellen (vgl. Forschungsfrage 1, Kapitel 6), wobei auf die linguistische Komplexität im Folgenden noch einzugehen sein wird (vgl. Abschnitt 14.2.2).

In der amerikanischen Literatur (u.a. Abedi 2006; Brown 2005; Wolf & Leon 2009; Martiniello 2009) werden sprachliche Hürden vor allem als Hinweise auf mangelnde Konstruktvalidität betrachtet und durch Vermeidung sprachlicher Biases sollen eindimensionale Konstrukte von Mathematikleistung erreicht werden. Der vorliegenden Arbeit liegt ein anderes Verständnis zugrunde: Gefor-

derte Sprachkompetenzen werden nicht primär als Gefährdung von Konstruktvalidität betrachtet, sondern zunächst als Bestandteil des Literacy-Konzepts einer Prüfung, dessen Gewichtung und Niveau weiter zu diskutieren ist.

Im folgenden Kapitel stehen nicht allein Zusammenhänge sprachlicher Kompetenz und mathematischer Leistungen im Fokus. Vielmehr werden in der Breite herkunftsbedingte Hintergrund- und Kompetenzfaktoren und ihre Einflüsse auf Mathematikleistungen in den Blick genommen.

2 Empirische Befunde zu Zusammenhängen von herkunftsbedingten Hintergrund- und Kompetenzfaktoren und Mathematikleistung

Seit mehr als drei Jahrzehnten zeigen zahlreiche empirische Studien, dass herkunftsbedingte (und in neueren Betrachtungen auch sprachliche) Hintergrundfaktoren im deutschen Bildungssystem einen hohen Einflussfaktor auf schulische Fachleistungen darstellen. Dabei wurde in der Vergangenheit insbesondere nachgewiesen, dass ausländische Kinder und Jugendliche insgesamt geringere Bildungserfolge erzielen als ihre Klassenkameradinnen und -kameraden mit deutscher Staatsangehörigkeit (für ältere Studien mit dem Fokus des ausländischen Status‘ als Einflussfaktor vgl. Reiser 1981; Hopf 1981; für neuere Untersuchungen mit Bezug zum ausländischen Status und Migrationshintergrund und zur damit verbundenen Messproblematik vgl. Diefenbach 2007; Gogolin, Neumann, & Roth 2003; Herwartz-Emden 2003). Vor allem die offiziellen Bildungsberichte erfassten bis 2005 keine anderen Kriterien als die Staatsangehörigkeit.

In das öffentliche Bewusstsein und in den Fokus bildungspolitischer Diskussionen rückt die Rolle verschiedener Einflussfaktoren durch internationale Vergleichsstudien wie PISA und die Grundschuluntersuchung IGLU/PIRLS (vgl. Abschnitte 2.1–2.3). Auch nationale bzw. regionale Studien wie das Forschungsprojekt SOKKE (vgl. Abschnitt 2.2) und LAU in Hamburg (Behörde für Schule und Berufsbildung 2011) nehmen in den letzten Jahren verschiedene Einflussfaktoren in den Blick. Insgesamt werden zur Erfassung der Benachteiligung auf die schulische Leistung in neueren Studien im deutschsprachigen Raum mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung insbesondere die folgenden Faktoren herangezogen (Prediger, Wilhelm, Büchter, Gürsoy & Benholz 2015):

- Sozioökonomischer Status,
- Nationalität,
- Migrationshintergrund,

- Mehrsprachigkeit bzw. Nichtpassung von Familien- und Unterrichtssprache und
- Lesekompetenz.

Der erhebliche Einfluss verschiedener Faktoren zeigt sich dabei nicht nur bezogen auf Schulerfolg im Allgemeinen (z.B. Beteiligung an verschiedenen Bildungseinrichtungen), sondern auch anhand der Fachleistungen und insbesondere für das Fach Mathematik (Baumert & Schümer 2001, S. 366).

Neben den oben aufgeführten herkunftsbedingten Faktoren und der Lesekompetenz untersuchen empirische Studien anderer Länder auch Zusammenhänge von Sprachkompetenz und Mathematikleistung (für einen Überblick Secada 1992; Abedi 2004, 2006). Auch wenn Deutschland bei der Betrachtung dieses Einflussfaktors erst am Anfang steht, soll die obige Liste dementsprechend erweitert werden durch eine noch näher zu definierende

- Sprachkompetenz.

Die hier aufgeführten Faktoren werden im Folgenden hinsichtlich ihrer Zusammenhänge zur Mathematikleistung dargestellt. Die Nationalität gemessen anhand der Staatsangehörigkeit wird dabei nicht betrachtet, stattdessen wird verstärkt der verwandte, aber aussagekräftigere Faktor des Migrationshintergrunds herangezogen.

2.1 Zusammenhänge von sozialer Herkunft und Mathematikleistung

Für mathematische Leistungen liegen Befunde für Disparitäten durch soziale Faktoren bei PISA insbesondere für die Jahrgänge 2003 und 2012 vor, in denen Mathematik den Studienschwerpunkt bildete. Im Folgenden wird neben weiteren Studien auf diese eingegangen.

Um Zusammenhänge zwischen sozialer Herkunft und Mathematikleistung untersuchen zu können, müssen soziale Herkunftsgruppen klassifiziert werden. Da dafür verschiedene Klassifikationssysteme bestehen, wird zunächst eine Definition vorgenommen und die Operationalisierung in den jeweiligen Studien dargestellt.

Definition und Operationalisierung sozialer Herkunft

Soziale Herkunft von Schülerinnen und Schülern kann grundsätzlich durch verschiedene Indikatoren erfasst werden. In der empirischen Bildungsforschung wird dazu in der Regel der sozioökonomische Status der Familie von Lernenden herangezogen. Dabei bezeichnet der sozioökonomische Status einer Person „die relative Position in einer vertikalen sozialen Gliederung, die mit unterschiedlichen Gestaltungs- und Einflussmöglichkeiten verbunden ist“ (Müller & Ehmke

2013, S. 247). Diese relative Position wird bestimmt durch Einkommensverhältnisse und den materiellen Wohlstand einer Person.

Zudem kann die soziale Herkunft über weitere Aspekte bestimmt werden, nämlich über die kulturelle Praxis und das soziale Kapital von Familien (zum kapitaltheoretischen Ansatz vgl. Bourdieu 1982, 1983). Mit dem kulturellen und sozialen Kapital werden „Lebensbedingungen berücksichtigt, die mit dem Lebensstil und dem sozialen Milieu verbunden sind“ (Müller & Ehmke 2013, S. 247).

Beiden Ansätzen gemeinsam ist das Verständnis der jeweiligen Merkmale als Ressourcen, durch die sich lernförderliche oder -hinderliche Umgebungen abbilden lassen.

PISA 2012 betrachtet Zusammenhänge von sozialer Herkunft und mathematischer Leistungen mittels verschiedener Indizes (Müller & Ehmke 2013, S. 247ff). Allen liegt ein Klassifikationssystem zur Erfassung der Berufe der Eltern zugrunde, die so genannte *International Standard Classification of Occupation* (ISCO):

- *International Socio-Economic Index of Occupational Status* (ISEI): Auf einer hierarchisch geordneten Berufsskala werden die Berufe der Eltern eingeordnet und der höchste Wert (Highest ISEI = HISEI) herangezogen. Es handelt sich um eine eindimensionale Gliederung.
- *Erikson-Goldthorpe-Portocarero-Klassifikation* (EGP): Mit Hilfe eines Kategoriensystems werden die Berufe der Eltern nach der Art der Tätigkeit, der Stellung im Beruf und der Weisungsbefugnis eingeordnet und die höchste Klasse herangezogen. Es werden somit qualitative Abstufungen zwischen sozialen Klassen vorgenommen.
- *Index of Economic, Social and Cultural Status* (ESCS): Über die Herkunftsvariablen sozioökonomischer Index, elterlicher Bildungsabschluss und Besitz von Kultur- und Wohlstandsgütern wird ein globaler Index gebildet. Es handelt sich dementsprechend um eine Zusammenfassung sozio-kultureller und sozioökonomischer Merkmale der sozialen Herkunft.

Auch die *IQB-Ländervergleichsstudie* erfasst soziale Herkunft über die ISCO (Kuhl, Siegle & Lenski 2013, S. 277ff). Wie bei PISA werden der sozioökonomische Index (ISEI bzw. HISEI) und die EGP-Klassen, nicht aber der globale ESCS herangezogen.

Die genannten Studien erheben soziale Herkunft aktuell mittels einer Kombination aus Lernenden- und Elternfragebögen. Der Einsatz eines Lernendenfragebogens allein erwies sich in der Vergangenheit in der IQB-Ländervergleichsstudie je nach Bundesland aufgrund geringer Teilnahmequoten (z.T. unter 50 %, Kuhl et al. 2013, S. 278) als problematisch, insbesondere bei Fragen zum elterlichen Haushalt.

Die Hamburger *LAU-Studien* (für LAU 5 vgl. Lehmann, Peek & Gänsfuß 1997, S. 29) und *TIMSS/III* (Schnabel & Schwippert 2000, S. 269) erfragen zur Erfassung sozialer Herkunft u.a. den heimischen Buchbestand. Die Anzahl der Bücher im Haushalt der Familie wird als Indikator für den sozialen Status verwendet. Dazu beantworten die Lernenden die Frage „Wie viele Bücher gibt es bei deiner Familie insgesamt zu Hause?“, wobei ihnen fünf Antwortmöglichkeiten zur Auswahl stehen („keine oder nur sehr wenige“ bis „über 200 Bücher“). Jede Antwortmöglichkeit wird zusätzlich in Form von Bücherregalen illustriert, wodurch eventuelle, durch sprachliche Verständnisschwierigkeiten ausgelöste Nachteile beim Beantworten der Frage vermieden werden sollen (Paulus 2009, S. 5). Da die Bücheraufgabe im Zuge der Breitenstudie der vorliegenden Arbeit benutzt wurde, finden sich im Abschnitt 10.1.2 weitere Ausführungen zu Vor- und Nachteilen des Instruments.

Um die Ausprägung sozialer Disparitäten im (mathematischen) Kompetenzerwerb zu bestimmen, wird bei PISA und der IQB-Ländervergleichsstudie zunächst der so genannte *soziale Gradient* verwendet:

„Der soziale Gradient beschreibt die Beziehung zwischen dem sozioökonomischen Status der Familie und den erreichten Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler als Steigungskoeffizient einer linearen Regression der Kompetenzwerte auf den HISEI. Dabei wird der HISEI so transformiert, dass er für die Gesamtstichprobe der Schülerinnen und Schüler in Deutschland einen Mittelwert (M) von 0 und eine Standardabweichung (SD) von 1 aufweist. So ist es möglich, direkt an der Steigung des sozialen Gradienten (b) abzulesen, wie viele Punkte Schülerinnen und Schüler durchschnittlich mehr erzielen würden, wenn der HISEI um eine Standardabweichung höher läge.“ (Kuhl et al. 2013, S. 277)

Dementsprechend zeigen relativ große soziale Gradienten einen engeren Zusammenhang zwischen dem sozioökonomischen Status und der Leistung der Lernenden.

Neben dem sozialen Gradienten wird auch das Maß der *Varianzaufklärung* verwendet. Sie drückt den Anteil aus, mit dem sich die erreichten Kompetenzen durch die soziale Herkunft vorhersagen lassen.

Der soziale Gradient und die Varianzaufklärung werden mittels des statistischen Verfahrens der linearen Regression ermittelt, bei der „die Unterschiedlichkeit in einem Merkmal durch Unterschiede in einem oder mehreren anderen Merkmalen vorhergesagt [wird]“ (Müller & Ehmke 2013, S. 252).

Empirische Befunde (PISA, IQB-Ländervergleich)

PISA 2012 zeigt, dass sich Mathematikleistung in Deutschland im internationalen Durchschnitt überdurchschnittlich stark durch die soziale Herkunft gemessen am sozioökonomischen Status (HISEI) vorhersagen lässt (Müller & Ehmke 2013, S. 253f): Während die Steigung des sozialen Gradienten über alle OECD-Staaten hinweg 32 Punkte beträgt, liegt der Wert für Deutschland bei 40 Punkten. Dies bedeutet, dass die Erhöhung des HISEI in Deutschland um eine

Standardabweichung (SD = 20,6 Punkte, ebd., S. 251) eine Erhöhung der durchschnittlichen Mathematikkompetenz um 40 Punkte zur Folge hätte.

Die Vorhersagekraft des sozioökonomischen Status‘ (HISEI), gemessen anhand der aufgeklärten Varianz, ist in Deutschland mit 15,6 Prozent ebenfalls bedeutend höher als im OECD-Durchschnitt mit 11,7 Prozent.

Bei Hinzunahme ökonomischer, kultureller und sozialer Merkmale, also der Prädiktorvariable ESCS, relativiert sich der Einfluss insofern, als sich die Disparitäten in der Mathematikleistung in Deutschland nicht signifikant vom OECD-Durchschnitt unterscheiden. Dies zeigt sich sowohl anhand der Berechnung des sozialen Gradienten, als auch der durch den ESCS-Index vorhergesagten Varianzaufklärung (Deutschland: 16,9 Prozent, OECD-Durchschnitt: 14,6 Prozent).

Im Vergleich zum *PISA-Durchgang 2003* zeigt sich in Deutschland die Varianzaufklärung durch den ESCS-Index 2012 als wesentliche Verbesserung:

„In 2003, 24 % of the variation in mathematics performance was explained by students’ socio-economic status; by 2012, 17 % of the variation was so explained.“ (OECD 2013b, S. 77)

Die soziale Herkunft ist demnach 2012 ein geringerer Prädiktor für die Mathematikleistung als 2003.

Insgesamt zeigen sich in PISA 2012 jedoch für Deutschland nach wie vor deutliche Zusammenhänge zwischen sozialer Herkunft und Mathematikleistung, sodass unter dem Blickwinkel des Einflusses des sozioökonomischen Status‘ postuliert werden kann, dass die „Herausforderung, eine geringe Kopplung bei hohem Kompetenzniveau zu erreichen“ (Müller & Ehmke 2013, S. 258), bestehen bleibt.

Im *IQB-Ländervergleich 2012* zeigen sich statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen sozioökonomischen Status und mathematischen Leistungen am Ende der neunten Jahrgangsstufe: Der soziale Gradient liegt deutschlandweit bei 40 Punkten (Kuhl et al. 2013, S. 281), der sozioökonomische Status (HISEI) erklärt 16,8 Prozent der Varianz in den Mathematikleistungen. Zusammenhänge zeigen sich für Nordrhein-Westfalen in nahezu identischer Ausprägung, wobei Folgendes bemerkt werden muss:

„[B]ei relativ stark ausgeprägten sozialen Disparitäten [sind] mittlere Kompetenzstände zu verzeichnen [...], die signifikant unter dem Wert für Deutschland insgesamt liegen.“ (ebd., S. 282)

Auch der Vergleich der mathematischen Leistungen der EGP-Extremgruppen (hoher Sozialstatus: EGP-Klassen I und II, niedriger Sozialstatus: EGP-Klassen V bis VII) zeigt durch ausgeprägte Differenzen (82 Punkte) die starke Verknüpfung von sozialer Herkunft und mathematischer Leistung (Kuhl et al. 2013, S. 287). Mit einer Differenz von 89 Punkten ist der Wert für Nordrhein-Westfalen noch etwas höher als im bundesdeutschen Durchschnitt, allerdings nicht statistisch signifikant.

Da nach wie vor ausgeprägte soziale Disparitäten in den mathematischen und naturwissenschaftlichen Leistungen bestehen, ist die Forderung auch hier:

„Ziel bildungspolitischer und schulpraktischer Bemühungen sollte es daher auch künftig sein, Bedingungen zu schaffen, die zur Verringerung sozialer Disparitäten beitragen und Schülerinnen und Schülern unabhängig von ihrer sozialen Ausgangslage möglichst gute Entwicklungschancen bieten.“ (Kuhl et al. 2013, S. 294)

Auf breites öffentliches Interesse stoßen nicht nur Untersuchungen zum Einfluss des sozioökonomischen Status⁴ auf (mathematische) Leistungen. Auch der Faktor Migrationshintergrund wird hinsichtlich seines Einflusses diskutiert.

2.2 Zusammenhänge von Migrationshintergrund und Mathematikleistung

Laut der neuesten Mikrozensus-Ergebnisse leben in Deutschland rund neun Prozent Ausländer (DESTATIS 2013, S. 31), also Personen, die keine deutsche Staatsangehörigkeit haben. Auch wenn die Nationalität bzw. Staatsangehörigkeit in der amtlichen Statistik auch heute noch überwiegend herangezogen wird, ist die des Migrationshintergrundes bedeutend aussagekräftiger (zur Klassifikation der Bevölkerung nach Migrationsstatus vgl. ebd., S. 357ff). Demnach weisen knapp 20 Prozent einen Migrationshintergrund auf (ebd., S. 31). Dieser wird im Mikrozensus verstanden als ein im Folgenden näher zu definierender Zuwanderungshintergrund der jeweiligen Person oder der Elterngeneration. Für das Bundesland Nordrhein-Westfalen, aus dem die Stichprobe des empirischen Teils dieser Arbeit stammt (vgl. Teile III–V), ist der Anteil der Personen mit knapp einem Viertel höher als im bundesdeutschen Durchschnitt (ebd., S. 37).

Zahlen zu Migrationshintergründen von Schülerinnen und Schülern in Deutschland liefert der Ländervergleich des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB). Auch wenn die Zahlen nicht direkt mit denen des Mikrozensus verglichen werden können (vor allem aufgrund unterschiedlicher Bezugsgruppen) liefern sie Einblicke in die Größenordnungen: Rund 26 Prozent der Lernenden der neunten Klasse in Deutschland und 33 Prozent in Nordrhein-Westfalen weisen einen Migrationshintergrund auf (Pöhlmann et al. 2013, S. 302). Der Ländervergleich ist für die vorliegende Arbeit insbesondere deswegen bedeutsam, da wiederholt Unterschiede in den Mathematikleistungen zwischen Schülerinnen und Schülern mit und ohne Migrationshintergrund nachgewiesen werden konnten. Auf diesen Zusammenhang wird im Folgenden eingegangen. Da Migration kein einheitlicher Sachverhalt ist, sondern eine starke Heterogenität von Zuwanderungskonstellationen birgt, wird zunächst die Definition und Operationalisierung in der jeweiligen Studie geliefert.

Definition und Operationalisierung von Migrationshintergründen

Der Begriff Migration wird im allgemeinen Sprachgebrauch zwar oft verwendet, ist aber nicht einheitlich festgelegt:

„[D]ie verschiedenen Quellen [sind sich] keineswegs einig, ob alle Zuwanderer und alle Nachkommen einzubeziehen sind, oder wenn nicht, welche Kriterien zur Abgrenzung der Einzubeziehenden heranzuziehen sind.“ (DESTATIS 2013, S. 5)

Im Mikrozensus wird ein Migrationshintergrund folgendermaßen definiert:

„Zu den Menschen mit Migrationshintergrund zählen ‚alle nach 1949 auf das heutige Gebiet der Bundesrepublik Deutschland Zugewanderten, sowie alle in Deutschland geborenen Ausländer und alle in Deutschland als Deutsche Geborenen mit zumindest einem zugewanderten oder als Ausländer in Deutschland geborenen Elternteil‘.“ (DESTATIS 2013, S. 6)

In *PISA* wird seit 2003 unterschieden zwischen einem Migrationshintergrund der ersten Generation (Jugendliche, die selbst nach der Geburt mit den Eltern aus dem Ausland in das jeweilige Untersuchungsland gekommen sind) und der zweiten Generation (Eltern sind dem Land zugewandert, Jugendliche wurden in diesem Land geboren) (OECD 2006, S. 7). Die OECD ordnet Jugendliche, die selbst im jeweiligen Land geboren sind und von denen ein Elternteil im Ausland geboren wurde, den Lernenden ohne Migrationshintergrund zu. Die nationalen Berichte weisen diese Gruppe hingegen gesondert aus (Gebhardt, Rauch, Mang, Sälzer & Stanat 2013, S. 277f).

Der *IQB-Ländervergleich* schließt sich seit 2011 dieser Klassifikation des Migrationshintergrundes an, wobei wie in der nationalen *PISA*-Studie Lernende mit einem im Ausland geborenen Elternteil getrennt erfasst und der Gruppe mit Migrationshintergrund zugeordnet werden (Pöhlmann et al. 2013, S. 299f).

Empirische Befunde (PISA, IQB-Ländervergleich, TIMSS, SOKKE)

In den *PISA-Durchgängen 2003 und 2012* bleiben Lernende mit Migrationshintergrund im OECD-Durchschnitt hinsichtlich ihrer Mathematikleistung hinter denen ohne Migrationshintergrund zurück, allerdings 2012 in geringerem Maße als 2003: Während die Differenz 2003 47 Punkte (Deutschland: 81 Punkte) zugunsten der Lernenden ohne Migrationshintergrund beträgt, sind es 2012 rund 37 Punkte (Deutschland: 54 Punkte) (OECD 2013b, S. 74) bei einer Standardabweichung von 100 Punkten in der internationalen Kompetenzskala. Für Deutschland zeigt sich diese Tendenz zur Angleichung in weit größerm Ausmaß:

„In Germany, the performance disadvantage among immigrant students shrank: in 2003, non-immigrant students outscored students with an immigrant background by 81 points in mathematics; by 2012 this difference had decreased to 54 score points.“ (OECD 2013b, S. 74)

Diese Verringerung der Differenz um 27 Punkte ist vor dem Hintergrund zu betrachten, dass die mathematische Leistung deutscher Lernender insgesamt

von 2003 zu 2012 gestiegen ist (von 503 auf 514 Punkte, OECD 2013b, S. 76). Unter gleichzeitiger Einbeziehung eines geringeren Einflusses des sozio-ökonomischen Status‘ im Durchgang 2012 im Vergleich zu 2003 kommen die PISA-Autorinnen und -Autoren insgesamt in einem separaten Abschnitt zur Entwicklung Deutschlands zu folgender Zusammenfassung: „During that period, Germany moved from being a country with below-OECD-average equity in education to one with an average degree of equity“ (ebd., S. 77). Erklärt wird diese Verbesserung durch eine Reihe von Reformen zur Förderung von Bildungsgerechtigkeit, die seit 2001 verabschiedet wurden und scheinbar einen positiven Effekt auf die Leistungen der Lernenden mit Migrationshintergrund hatten. Darunter zu nennen sind der Aufbau von Ganztagschulen (10 % aller Schulen im Jahr 2002, 2012 mehr als 50 %) und die Einführung bundesweit geltender Bildungsstandards durch die Kultusministerkonferenz (ebd.).

Dennoch werden in der deutschsprachigen Diskussion über PISA 2012 Zusammenhänge von Migrationshintergrund und Mathematikleistung als nach wie vor immens eingeschätzt:

„Besonders besorgniserregend ist, dass die mathematische Kompetenz von 29 Prozent der in Deutschland geborenen Jugendlichen, deren Eltern im Ausland geboren wurden (zweite Generation), auf oder sogar unter Kompetenzstufe I [von sieben Kompetenzstufen inklusive unterer I, vgl. Sälzer et al. 2013, S. 61] liegen.“ (Gebhardt et al. 2013, S. 306)

Auch im *IQB-Ländervergleich 2012* wird die Entwicklung zuwanderungsbezogener Disparitäten in den Blick genommen (Pöhlmann et al. 2013). Dabei zeigt sich bundesweit, dass Lernende, deren Eltern in Deutschland geboren sind, die durchschnittlich höchsten Leistungsstände in Mathematik (und auch in Biologie, Chemie und Physik) erreichen (ebd., S. 304ff).

In Nordrhein-Westfalen sind die Unterschiede zwischen Lernenden mit und ohne Zuwanderungshintergrund signifikant. Innerhalb der Gruppe mit Zuwanderungshintergrund zeigen sich für Nordrhein-Westfalen kaum Differenzen zwischen den Subgruppen, in denen ein Elternteil oder beide Elternteile im Ausland geboren wurden: Die Differenzen der Mittelwerte betragen 44 Punkte (ein Elternteil im Ausland geboren) und 49 Punkte (beide Elternteile im Ausland geboren) und entsprechen jeweils rund einer halben Standardabweichung (Pöhlmann et al. 2013, S. 305).

Zusammenhänge zwischen Migrationshintergrund und Mathematikleistung werden nicht nur für die Sekundarstufe deutlich, sondern ebenfalls für die Grundschule, wie u.a. die Studie *TIMSS der Jahrgänge 2007 und 2011* (Tarelli, Schwippert & Stubbe 2012a, S. 258ff) zeigt. Auch hier wird wie bei PISA die längsschnittliche Tendenz sichtbar, dass Lernende, von denen ein Elternteil im Ausland geboren wurde, 2011 signifikant höhere Mathematikleistungen erbringen als 2007. Dennoch erreichen Lernende ohne Migrationshintergrund nach wie vor die höchsten mathematischen Leistungswerte.