

Jonas Wagner, Arne Krause,
Ángela Uribe, Susanne Prediger
& Angelika Redder

Mehrsprachiges Mathematiklernen

Von sprachhomogenen
Kleingruppen zum Regelunterricht
in sprachlich heterogenen
Klassen

Sprach- **22**
Vermittlungen

WAXMANN

Sprach-Vermittlungen

herausgegeben von
Konrad Ehlich

Band 22

Jonas Wagner, Arne Krause, Ángela Uribe,
Susanne Prediger & Angelika Redder

Mehrsprachiges Mathematiklernen

Von sprachhomogenen Kleingruppen zum
Regelunterricht in sprachlich heterogenen Klassen



Waxmann 2022
Münster • New York

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

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

Sprach-Vermittlungen, Band 22

Print-ISBN 978-3-8309-4399-0

E-Book-ISBN 978-3-8309-9399-5

© Waxmann Verlag GmbH, 2022

Steinfurter Straße 555, 48159 Münster

www.waxmann.com

info@waxmann.com

Umschlaggestaltung: Christian Aeverbeck, Münster

Satz: MTS. Satz & Layout, Münster

Druck: CPI Books GmbH, Leck

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier,
säurefrei gemäß ISO 9706



Printed in Germany

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, verboten.
Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des
Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung
elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

In Erinnerung an
unsere Projektkollegin und Freundin

MERYEM ÇELIKKOL,

die im November 2021
völlig unerwartet gestorben ist.

Inhalt

Teil A: Forschungskonstellation

1.	Einsichten zur Mehrsprachigkeit im Fachunterricht	13
	<i>Susanne Prediger & Angelika Redder</i>	
1.1	Mehrsprachigkeit im Fachunterricht – Kurzüberblick zum Stand der Forschung	13
1.2	Zentrale Ergebnisse des Vorgängerprojekts MuM-Multi I	15
1.3	Erweiterungen der Arbeit in MuM-Multi II und ihre Ergebnisse	22
1.4	Ausblick	30
2.	Ziele und theoretische Grundlegung des Buches	33
	<i>Jonas Wagner, Arne Krause, Ángela Uribe, Susanne Prediger & Angelika Redder</i>	
2.1	Unterrichtsdiskurse – mehrsprachig	34
2.2	Ressource Mehrsprachigkeit in der Systematik sprachlichen Handelns ..	36
2.3	Sprachliche Handlungen der Wissensbearbeitung zur Aktualisierung der Ressource Mehrsprachigkeit	38
2.4	Aufbau des Buches	40
3.	Mehrsprachige Lehrformate – Modellierung mehrsprachigen Unterrichts in sprachheterogenen Regelklassen	45
	<i>Arne Krause, Jonas Wagner, Ángela Uribe, Angelika Redder & Susanne Prediger</i>	
3.1	Unterscheidung mehrsprachiger Sprachenkonstellation im Unterricht ..	45
3.2	Spektrum von Sprachenkonstellationen in Kleingruppen-Settings	48
3.3	Mehrsprachige Lehrformate für den sprachheterogenen Regelunterricht in mehreren sprachlichen Konstellationen	56
3.4	Fachbezogene Umsetzbarkeit der Lehrformate im sprachheterogenen Regelunterricht	74
3.5	Zwischenfazit	75
4.	Inhaltliche und methodische Darstellung des Korpus	77
	<i>Arne Krause & Ángela Uribe</i>	
4.1	Design- und Praxisexperimente zum mehrsprachigkeitseinbeziehenden Regelunterricht	77
4.2	Dortmunder fachdidaktische Entwicklungsforschung zu mehrsprachigkeitseinbeziehenden Ansätzen	78
4.3	Hamburger Praxisexperimente im Regelunterricht	82
4.4	Darstellung des MuM-Multi Korpus	88
4.5	Herausforderungen der Transkription deutsch-arabischer Diskurse	89

Teil B: Empirische Analysen

5.	„Sprachreflexion“ als Instrument des mehrsprachigen Regelunterrichts – linguistische Fundierung	95
	<i>Jonas Wagner, Arne Krause & Angelika Redder</i>	
5.1	Fragestellung	95
5.2	Mehrsprachige Zugänge zu Fachtermini	96
5.3	Sprachreflexion unterrichtspraktisch	111
5.4	Anknüpfende Sprachreflexion und Übersetzen in mehrsprachigen Konstellationen	139
5.5	Schlussbetrachtungen	149
6.	Regelunterricht mit „unbearbeiteten Ressourcen“ mehrsprachigen Handelns	153
	<i>Angelika Redder, Ángela Uribe, Jonas Wagner & Arne Krause</i>	
6.1	Konstellative Besonderheiten im mehrsprachig angelegten Plenum	153
6.2	Fallanalysen	156
6.3	Fazit für elizitierte Übersetzungsmehrsprachigkeit	182
7.	Mehrsprachigkeitseinbeziehende fachdidaktische Ansätze und empirische Analyse ihrer Umsetzung	195
	<i>Ángela Uribe & Susanne Prediger</i>	
7.1	Prinzip des Einbezugs mehrsprachiger Ressourcen in der mathematikdidaktischen Forschung	195
7.2	Designprinzipien mehrsprachigkeitseinbeziehender fachdidaktischer Ansätze	197
7.3	Empirische Einblicke durch konkrete Designelemente für mehrsprachigkeitseinbeziehenden Mathematikunterricht	202
7.4	Rückblick und Ausblick: Situative Wirkung der Fokusdesignelemente ..	216
8.	Sprachliche und fachliche Potentiale einer mehrsprachigen Konzeptverständigung	219
	<i>Ángela Uribe, Jonas Wagner, Susanne Prediger, Angelika Redder & Arne Krause</i>	
8.1	Mathematikdidaktischer Hintergrund des Diskursbeispiels: Multimodaler Aufbau von Konzeptverständnis für proportionale Zusammenhänge	220
8.2	Sprachanalytischer Hintergrund des Diskursbeispiels: Komplexe Aufgabenschachtelung	222
8.3	Diskursausschnitt als turn-segmentiertes Rohtranskript mit Übersetzungen	232
8.4	Verschränkung mathematikdidaktischer und linguistischer Analyse ...	234
8.5	Rückblick und Ausblick	256

Teil C: Auf dem Weg zu einer**Mehrsprachigkeitsdidaktik für den Fachunterricht**

9.	Allgemeine und mathematikspezifische Mehrsprachigkeitsdidaktik	263
	<i>Angelika Redder, Susanne Prediger, Ángela Uribe, Arne Krause & Jonas Wagner</i>	
9.1	Ressource Mehrsprachigkeit im Regelunterricht – Projektergebnisse ...	263
9.2	Allgemeine, linguistisch fundierte Mehrsprachigkeitsdidaktik	269
9.3	Unterrichtspraktisches Fazit: Prinzipien und Maximen	285
	Literatur	289
	Abbildungen	303
	Tabellen	305
	Beispielverzeichnis	306
	Anhang: Transliterationstabelle Arabisch-Deutsch	307

Teil A: Forschungskonstellation

1. Einsichten zur Mehrsprachigkeit im Fachunterricht

Susanne Prediger & Angelika Redder

1.1 Mehrsprachigkeit im Fachunterricht – Kurzüberblick zum Stand der Forschung

Der Diskurs zur Mehrsprachigkeit im Fachunterricht schwankt zwischen *Mehrsprachigkeit als Problem* und *Mehrsprachigkeit als Ressource* für das fachliche Lernen (Barwell et al. 2016). Einem Handbuch-Artikel (Prediger & Redder 2020) folgend, geben wir zunächst einen Überblick in deskriptiver, normativer und empirischer Hinsicht, um die eigenen Ausgangspunkte zu charakterisieren.

1.1.1 Deskriptive Perspektive auf Mehrsprachigkeit als Problem: Befunde zu Sprachen und Fachleistungen

Migrationsbedingte Mehrsprachigkeit prägt das deutsche Schulsystem in steigendem Maße. 2018 hatten deutschlandweit 33,6% der Kinder in Klasse 4 einen Migrationshintergrund, darunter 6,4% mit eigenen Migrationserfahrungen (Henschel et al. 2019). Durch zunehmende Globalisierung und Variation der Herkunftsländer über die Jahrzehnte (z. B. Italien in den 1960ern, Türkei in den 1970ern, Russland in den 1990ern, Syrien in den 2010ern) sind insbesondere die deutschen Großstädte durch „Superdiversität“ geprägt (Vertovec 2007), mit aktuell bis zu 200 Sprachen (Krüger-Potratz 2013). Viele Schulen (insbesondere in den Großstädten) haben daher Klassen mit 6–8 Familiensprachen, die von den Lernenden untereinander und mit den Lehrkräften nur teilweise geteilt werden. Der superdiverse Sprachkontext deutscher Großstadt-Schulen ist also geprägt von vielen Formen der individuellen Mehrsprachigkeit und einer gesellschaftlich nicht geteilten Mehrsprachigkeit.

Im deutschen Schulsystem gelingt es allerdings weniger als in anderen Ländern, mehrsprachige Jugendliche zu vergleichbaren Schulleistungen zu bringen (OECD 2007); dies gilt auch für das Fach Mathematik (Henschel et al. 2019): Schon seit über 25 Jahren zeigen Leistungsstudien Disparitäten in den Mathematikleistungen zwischen ein- und mehrsprachigen Lernenden (Secada 1992; Stanat 2006); in Deutschland sind die Disparitäten größer als in vergleichbaren Einwanderungsländern (OECD 2007). Genauere Analysen zeigen allerdings, dass

nicht die Mehrsprachigkeit der benachteiligende Faktor ist, sondern die Sprachkompetenz in der Unterrichtssprache (Prediger et al. 2015): Mehrsprachige mit guten Deutschkenntnissen schneiden sehr unauffällig ab, dagegen sind sprachlich schwache Einsprachige von den Leistungsdisparitäten genauso betroffen. Nicht Mehrsprachigkeit ist also das Problem, sondern die Beherrschung der (auch im Fachunterricht unabdingbaren) Sprache als Medium von Wissensvermittlung und Verstehen – bislang in Schulen Deutschlands dominant des Deutschen.

Ein zentraler Ansatz zum Umgang mit Mehrsprachigkeit liegt daher im sprachsensiblen Fachunterricht, der auf den sukzessiven Aufbau der Unterrichtssprache zielt (Ahrenholz 2010; Beese et al. 2014; Prediger 2020, u. v. a.), sowie in mehrsprachigem Handeln zwecks differenzierterem fachlichen Wissen und Verstehen; letzteres wird in diesem Buch analytisch vertieft.

1.1.2 Normative Perspektive auf Mehrsprachigkeit als Ressource: Diskurse zur Mehrsprachigkeit im Fachunterricht

Um mehrsprachigen Lernenden einen besseren Zugang zur Mathematik zu verschaffen, wird zusätzlich zum sprachsensiblen Fachunterricht in vielen Ländern gefordert, die Mehrsprachigkeit als Ressource in den Fachunterricht einzubeziehen (Beacco et al. 2010). Diese Forderung wird auch in Regionen mit ausgeprägterer Tradition zum mehrsprachigen Fachunterricht (wie Kalifornien mit Spanisch-Englisch oder Südafrika mit elf offiziellen Landessprachen) kontrovers diskutiert, weil oft befürchtet wird (insbesondere von Eltern und politischen Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern), dass der mehrsprachige Unterricht das Lernen der Mehrheitssprache verhindern könnte (vgl. Überblick in Barwell et al. 2016).

In Deutschland wird die Forderung nach einer lernstrategischen Nutzung von Mehrsprachigkeit als Ressource für das Fachlernen bislang allenfalls in Modellprojekten umgesetzt (z. B. Berlins Europaschulen, vgl. Möller et al. 2017; Schüler-Meyer et al. 2019a). Lediglich eine informelle Nutzung, z. B. in Gruppenarbeiten, ist bereits weit verbreitet. Zwei Sorgen scheinen ausschlaggebend für die fehlende Umsetzung der Strategie:

- die Time-on-Task-Hypothese, die vor zweisprachigem Unterricht wegen der möglichen Reduktion der Lernzeit für das Deutsche warnt,
- die Sorge vor Kontrollverlust im Klassenzimmer, weil nicht alle Beteiligten zwei Sprachen teilen wie in Kaliforniens Latino-Communities, sondern aufgrund der Superdiversität eine Vielzahl unterschiedlicher Sprachen gesprochen werden, die auch die Lehrkräfte in der Regel nicht beherrschen.

Beide Einwände lassen sich, wie wir weiter ausführen, empirisch widerlegen.

1.1.3 Empirische Perspektive: Befunde zu Wirkungen und Wirksamkeit mehrsprachiger Ressourcennutzung

Internationale Untersuchungen zum Einbezug mehrsprachiger Ressourcen in das Mathematiklernen zeigen unterschiedliche Wirkungen (Überblick in Barwell et al. 2016). Qualitative Studien zeigten Wirkungen

- bzgl. der kommunikativen Funktion der mehrsprachigen Ressourcen:
 - stärkere Partizipation am Unterrichtsgespräch (Planas 2014),
 - gestärkte Identität als kompetente Lernende (Norén 2015);
- bzgl. der epistemischen Funktion der mehrsprachigen Ressourcen als Denkwerkzeuge:
 - konsequentere Aktivierung außerschulischer Erfahrungen (Domínguez 2011; Moschkovich 2002),
 - Stärkung der Ressourcen für Prozesse der Bedeutungskonstituierung durch vertieftes konzeptuelles Durchdenken der Inhalte (Clarkson 2006; Barwell 2018).

Von diesen qualitativ erfassbaren Wirkungen konnten quantitative Studien bislang nur wenige Zusammenhänge messbar machen, etwa mittels messbarer Lernzuwächse in Prä-Post-Kontrollgruppen-Designs. Zahlreiche Studien zeigen zwar, dass der Einbezug der Mehrsprachigkeit keine fachlichen Nachteile bringt (Möller et al. 2017), dennoch ist die quantitative Evidenz bislang noch ungenügend, wie ein Survey herausarbeitete (Reljić, Ferring & Martin 2015).

1.2 Zentrale Ergebnisse des Vorgängerprojekts MuM-Multi I

Auf dem in Abschnitt 1.1 knapp skizzierten Diskussionsstand setzte das Vorgängerprojekt MuM-Multi I auf, in dem zweisprachige Lehr-Lernprozesse von 128 mathematisch schwachen deutsch-türkisch-sprechenden Jugendlichen der Klasse 7 sowohl qualitativ als auch quantitativ untersucht wurden, um einerseits quantitative Nachweise für die Lernwirksamkeit zu erbringen, andererseits qualitativ tiefgehender zu explorieren, unter welchen Bedingungen die epistemische Funktion mehrsprachiger Ressourcen sich als gewinnbringend erweist.

1.2.1 Quantitative Ergebnisse zur Lernwirksamkeit zweisprachiger Förderungen

In der experimentellen Interventionsstudie mit Prä-Post-Follow-Up-Design zeigte die zweisprachige Förderung von Bildungsinländerinnen und -inländern

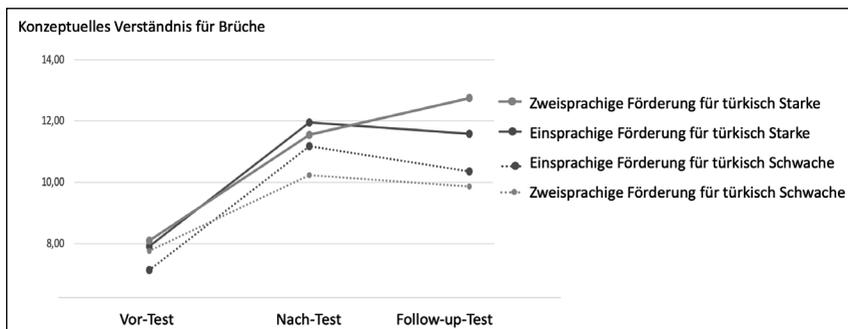


Abb. 1.1: Lernwirksamkeit von ein- und zweisprachiger Förderung: Signifikante Differenz nur bei hohen türkischsprachigen Kompetenzen (Daten: Tabelle 6 aus Schüler-Meyer et al. 2019a, 329)

eine hohe Effektstärke ($d = 0.99$) für die Förderung des konzeptuellen Brücheverständnisses mit signifikant höheren Lernzuwachsen als die Kontrollgruppe ohne sprachbildende Förderung (ANOVA ergab $F_{Zeit} = 63.66$, $p < .001$, $\eta^2 = .34$; $F_{Gruppe} = 0.43$, n.s., $\eta^2 = .007$; $F_{Gruppe \times Zeit} = 4.91$, $p < .01$, $\eta^2 = .07$). Die zweisprachige Förderung zeigte jedoch keinen signifikant schwächeren oder besseren Lernzuwachs als die parallele einsprachige Förderung (Schüler-Meyer et al. 2019a). Die Time-on-Task-Hypothese konnte für diese Studie also widerlegt werden, obwohl viele der Lernenden zum ersten Mal auf Türkisch Mathematik betrieben.

Eine signifikant bessere Wirksamkeit zeigte die zweisprachige Förderung dagegen für das Subsample der türkisch Starken, d. h. der Lernenden mit hohen Ergebnissen im türkisch-sprachigen C-Test: Wie Abbildung 1.1 zeigt, erwiesen sich die Lernzuwächse des Subsamples der zweisprachigen Förderung bis zum Nachtest als hoch und waren signifikant stärker als in der einsprachigen Förderung (ANOVA ergab $F_{(Gruppe \times Zeit)} = 4.49$, $p < .01$, $\eta^2 = .16$).

Diese differentielle Wirksamkeit, ebenso wie die starken Schwankungen im Leistungszuwachs verschiedener Fördergruppen (Cohens d zwischen -0.12 und 2.22), bekräftigten die Notwendigkeit, die Lernangebote, die Nutzungsweisen der Lernenden und deren Voraussetzungen als Bedingungen der Wirksamkeit genauer zu untersuchen. Dazu wurden in einer Videoanalyse von 13 zweisprachigen Fördergruppen für alle $n = 41$ Lernenden die Partizipationsanteile und die Sprachennutzung (Deutsch/Türkisch/Deutsch und Türkisch „gemischt“) während der Förderung erfasst und durch Regressionsanalysen mit den Lernvoraussetzungen und der Lernwirksamkeit in Beziehung gesetzt.

Tab. 1.1: Ergebnisse der schrittweisen Regressionsanalyse: Modelle für Zusammenhänge zum Lernzuwachs (Schüler-Meyer et al. 2019b, 171)

	Regressions- koeffizient b	Standard- fehler (b)	Standardisierter Regressions- koeffizient
Modell 1: Alle Einflussvariablen $R^2 = 0.35$, $R^2(\text{korr.}) = 0.14$, $F(7,22) = 1.68$, $p > .05$			
Konstante (Intercept)	-9.45	6.2	
Sprachkompetenz Deutsch	0.32	0.17	0.40
Kognitive Grundfertigkeiten	-0.0007	0.33	-0.0004
Sprachkompetenz Deutsch	-0.05	0.26	-0.05
Sprachkompetenz Türkisch	0.034	0.09	0.10
Sozioökonomischer Status	0.79	0.82	0.20
Partizipationsanteil	-0.91	1.91	-0.092
Nutzung von Türkisch und Sprachenmischung	5.25	4.88	0.23
Modell 2: $R^2 = 0.35$, $R^2(\text{korr.}) = 0.30$, $F(2,30) = 7.973$, $p < .01$			
Konstante (Intercept)	-9.90 *	4.17	
Sprachkompetenz Deutsch	0.34 *	0.13	0.41
Nutzung von Türkisch und Sprachenmischung	6.90	3.64	0.30
Modell 3: $R^2 = 0.20$, $R^2(\text{korr.}) = 0.18$, $F(1,31) = 7.873$, $p < .01$			
Konstante (Intercept)	0.28	1.45	
Nutzung von Türkisch und Sprachenmischung	10.33**	3.68	0.45

Die Analysen zeigen, dass die Sprachennutzung und der Partizipationsanteil mit den erfassten Lernvoraussetzungen nur wenig zusammenhängen. Dagegen hängt der Lernerfolg insbesondere mit dem Anteil der Nutzung des Türkischen zusammen, was auch die flexible Mischung des Türkischen und Deutschen umfasst. Dieser Anteil erweist sich als hoch signifikanter Prädiktor für den Lernzuwachs (in Tabelle 1.1 in Modell 3 mit $b = 10.33$ aus Schüler-Meyer et al. 2019b), der jedoch mit den Lernvoraussetzungen interagiert (Modell 1).

Der individuelle Lernzuwachs in einer zweisprachigen türkisch-deutschen Förderung hängt also von der individuellen Sprachnutzung ab: Je mehr die Lernenden in einer zweisprachigen Förderung Türkisch oder gemischte Sprache nutzten, desto größer ist der fachliche Lernzuwachs (Schüler-Meyer et al. 2019b). Diese quantitativen Befunde geben also höchst interessante Hinweise darauf, dass die stetige Initiierung von Sprachvernetzung relevant sein könnte,

um mehrsprachiges mathematisches Handeln beim Wissensprozessieren zu etablieren und so die Möglichkeiten für Lernzuwächse zu steigern.

Diese diskursiven Verhältnisse wurden durch qualitative Analysen aus mathematikdidaktischer und sprachanalytischer Sicht vertieft.

1.2.2 Qualitative Ergebnisse zur Sprachenvernetzung aus mathematikdidaktischer Sicht

In den qualitativen Analysen aus mathematikdidaktischer Sicht wurde insbesondere der Frage Aufmerksamkeit gewidmet, wie sich der Umgang mit, einzelsprachlich bedingt, unterschiedlichen Bedeutungsnuancen auf die Entwicklung des konzeptuellen Verständnisses auswirkt. Ein Beispiel bildet etwa das Bruchkonzept, das verschiedene Bestimmungselemente in die Ausdrucksbedeutung aufnehmen kann (vgl. aus linguistischer Sicht Redder et al. 2018, Kap. 2.5.2 und 3.1.2). Auch innerhalb der Teil-Ganzes-Bedeutung werden unterschiedliche Bedeutungsnuancen aktiviert, je nachdem, wie sie sprachlich realisiert wird (vgl. Abbildung 1.2, rückübersetzt aus Prediger et al. 2019a).

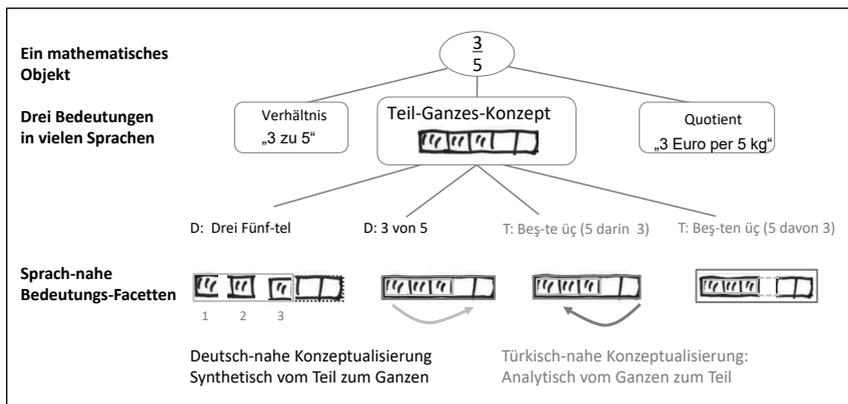


Abb. 1.2: Teil-Ganzes-Konzept von Brüchen: Vier Bedeutungsfacetten je nach sprachlicher Ausdrucksweise (aus Prediger et al. 2019a)

Es zeigte sich, dass die Lernenden nicht einen komplementären bilingualen Modus nutzen und die jeweiligen Bedeutungsnuancen nur in der jeweiligen Sprache zur Geltung bringen, zu der sie gehören, sondern dass sie im Gegenteil in fruchtbaren Momenten der Bedeutungskonstruktion gerade diese Bedeutungsnuancen miteinander vernetzen, und zwar über beide Sprachen hinweg (in einem zweiten bilingualen Modus, den wir bilingual-konnektiven Modus genannt haben, vgl. Prediger et al. 2019a). Damit zeigen sich Konkretisierungen, was die Unterschei-

derung von Code-Switching und Translanguaging für die mathematikbezogenen mentalen Prozesse bedeuten kann. Diese wurden linguistisch weiter vertieft.

1.2.3 Qualitative Ergebnisse zur Sprachenvernetzung aus linguistischer Sicht

Die linguistischen Fallanalysen zum sprachlichen Handeln der Lehrenden und Lernenden in dieser bilingualen Förderung ergaben eine differenzierte Einschätzungs- und Planungsbasis für Mehrsprachigkeit:

- Der – in der Sekundarstufe biographisch späte – Einbezug der Familiensprache Türkisch für das Mathematiklernen der dritten Generation erweist sich als sehr unterschiedlich durchsetzbar und nur teilweise lernförderlich. Herausgearbeitet wurde, dass mehrsprachiges Handeln (unter Berücksichtigung der spezifischen Sprachenkonstellation, hier: der zu stärkenden „schwachen“ Familiensprache) sich nur interaktiv bzw. diskursiv entfaltet und sich dann in einem Wechselverhältnis von sprachlichen und sprachlich-mental Handlunganteilen für die Stufen des Verstehens nutzbar machen lässt (Redder et al. 2018, Kap. 2).
- Im diskursanalytischen Detail konnten sechs Typen eines multilingualen Languageing unterschieden werden, von denen nur drei Typen sich als förderliche mehrsprachige Unterrichtsstile erweisen (s. Zusammenfassung a. a. O., Kap. 5): Das sogenannte *Multilinguale Languageing durch (reziproken) Nexus* bewirkt das Optimum an Wissensaktivierung, da es alltägliches mit schulischem Denken und Handeln verknüpft und insofern auf allen Verstehensstufen „abholt“; das sogenannte *multilinguale Languageing als Sokratisches Erörtern* und das *multilinguale Languageing als Direkte Methode* bewähren sich des Weiteren für den diskursiven Zugang zum sprachlich-mental Potential mehrsprachiger Lernender, insoweit es an einem Pivot als einer Art von sprachenübergreifendem Wissensanker lernendenseitig anknüpft bzw. sie zur verstehenden Übernahme des Sprecherplans anregt. Diese differenzierten diskursanalytischen Ergebnisse zeigen die Notwendigkeit für ein spezifisches linguistisches Coaching der Lehrenden.
- Für die Lernenden wurden vier – relativ zu den lehrerseitigen Unterrichtsstilen weitgehend eigene – Strategien im Umgang mit Mehrsprachigkeit identifiziert (a. a. O., Kap. 3), die die bislang existierenden groben Beschreibungen (z. B. in Barwell et al. 2016) deutlich ausdifferenzieren, und zwar: *konstellatives Adaptieren*, *illokutives Sprachensplitting*, *mehrsprachiges Rätselraten* und *mehrsprachiges Ausprobieren*. Während die beiden letzten Strategien pragmatische Qualifikationen unter institutionellen Bedingungen auch bei

mehrsprachigem Handeln erkennbar werden lassen, nutzen die Lernenden bei den ersten Strategien ihr Sprachwissen in mehreren Sprachen optimal für diskursive Wissensprozessierung aus. Beispielsweise erläutern sie für eine Mitschülerin oder einen Mitschüler eine Aufgabenstellung oder Aufgabenlösung in deren bzw. dessen stärkerer Sprache, begründen und bewerten Lösungsvorschläge untereinander in ihrer alltäglichen Familiensprache und tragen ihren Lösungsversuch gemischtsprachig oder in der gewohnten Unterrichtssprache vor. Sie wählen die Sprachen bei den sprachlich-mentalenen und interaktionalen Schritten einer komplexen sprachlichen Handlung (wie dem Aufgabenstellen-Aufgabenlösen) also nach rekonstruierbaren Kriterien wie Handlungszweck, Hörerplanerwartung oder Wissensqualität.

- Schließlich wurden die Wirkungen mehrsprachigen Handelns für die Phase der Konsolidierung (statt des Neuerwerbs) von Wissen sowie primär gebunden an aktiviertes Alltagswissen nachgewiesen (Redder et al. 2018, Kap. 4). Die letzteren Ergebnisse konnten auch in den mathematikdidaktischen qualitativen Analysen bestätigt werden und die Konsolidierungsprozesse durch Vernetzung sprachnaher Konzeptualisierungen, und nicht den Wechsel zwischen Sprachen, als lernförderlichen Mechanismus identifizieren (Prediger et al. 2019a).

Unsere gut koordinierten, mathematikdidaktisch und linguistisch basierten qualitativen Untersuchungen in MuM-Multi I haben zu einer Erweiterung des Forschungsstandes geführt, der sich wie folgt zusammenfassen lässt: „Mehrsprachiges Handeln mit dem Zweck, fachliches Verstehen zu verbessern und Wissen zu differenzieren, ist möglich und lohnenswert. [...] Die ermittelte kognitive Wirksamkeit entfaltet sich allerdings nur bei der Herstellung und Wahrung bestimmter Konstellationen mehrsprachigen Handelns im Diskurs und bei kenntnisbasierter Akzeptanz durch die Lehrenden und auch die Lernenden“ (Redder et al. 2018, 361).

1.2.4 Fazit aus MuM-Multi I

Pointiert lauten die wichtigsten Analyseergebnisse im Projekt MuM-Multi I im Kontext des Forschungsstandes folgendermaßen:

- Die Aktivierung der Familiensprache Türkisch gelingt bei zweisprachigen Schülerinnen und Schülern in sprachhomogenen Konstellationen und scheint tragfähig, sofern sie *diskursiv* erfolgt, d. h. sofern sie im kooperativen Diskurs der Beteiligten verankert ist. Lehrendenseitige Strategien und Unterrichtsstile profilieren die mehrsprachigen Handlungsbedingungen im Detail

und bedingen die Integration von Denk- und Arbeitssprache (im Sinne von Rehbein 2011).

- Die Wirksamkeit diskursiver Mehrsprachigkeit setzt sich insbesondere in einem zweisprachigen Zugriff auf das konzeptuelle mathematische Verstehen in *Konsolidierungsphasen mathematischen Wissens* um. Dies geschieht v. a. im Zuge von kollektiven und kooperativen Lösungsversuchen beim Aufgabenstellen-Aufgabenlösen, weniger in Phasen neuer fachlicher Wissensgewinnung. Unterschiedliche Wissensqualitäten bedingen die lernendenseitige Sprachenwahl bis in die illokutive Dimension hinein.
- Sprachenvernetzung gelingt nicht allein reproduktiv, sondern *produktiv*. Sogar *sprachspezifische Verbalisierungskonzepte* mathematischen Wissens, d. h. sprachlich different systematisierte Zugänge zum fachlichen Konzept werden im diskursiven mehrsprachigen Handeln durchschaut und befördern das *fachliche Verstehen* derart, dass das Fachwissen schließlich in beiden Sprachen, also synthetisch behandelbar ist (Wagner et al. 2018; Prediger et al. 2019a).
- Davon profitieren die fachlichen Verstehensprozesse, weil die Konzeptualisierungen mehrschichtiger und damit konsolidiert werden (Prediger et al. 2019a). Dies zeigt sich auch in quantitativen Tendenzen der nachhaltigeren Lernwirksamkeit der zweisprachigen Förderung gegenüber der einsprachigen Förderung (Schüler-Meyer et al. 2019a, b).
- Werden die individuellen Sprachnutzungen der Lernenden in sprachlichen Oberflächenstrukturen quantifiziert, so zeigt sich ein interessanter statistischer Zusammenhang, denn unter allen erfassten Nutzungsmerkmalen ist die Intensität der Sprachenalternierung und Sprachenmischung das Merkmal mit dem stärksten Zusammenhang mit dem individuellen Lernzuwachs (Schüler-Meyer et al. 2019b). Auch quantitativ konnte also gezeigt werden: Je mehr die Lernenden die Sprachen mixen, desto mehr lernen sie. Diese Ergebnisse bzgl. der Oberflächenstrukturen, d. h. der Äußerungsakte im Unterrichtsdiskurs, legen nahe, auch die qualitativ rekonstruierten Tiefenstrukturen in größerer Breite des Videomaterials zu erfassen und für weitere Teildatensätze den Zusammenhang zum Lernzuwachs zu messen.

Insgesamt lässt sich also aus den qualitativen und quantitativen Ergebnissen des Vorgängerprojekts MuM-Multi I (2014–2017) bilanzieren: Die empirischen Befunde zeigen, dass die Nutzung der mehrsprachigen Ressourcen für das Fachlernen keineswegs hinderlich ist und insbesondere dann wirklich lernwirksam wird, wenn die Sprachen möglichst konsequent vernetzt werden, ja eine „Sprachensynthese“ eingehen (Rehbein 2011, 227).

1.3 Erweiterungen der Arbeit in MuM-Multi II und ihre Ergebnisse

1.3.1 Ziele und Arbeitsbereiche in MuM-Multi II

Die Untersuchung, Förderung und Implementation der Aktivierung mehrsprachiger Ressourcen für fachliches Lernen hat durch die im Jahr 2015 erheblich gestiegene Migration eine *noch einmal gesteigerte Dringlichkeit* erlangt. Denn allein 2015 sind 640.000 neuzugewanderte Kinder und Heranwachsende in deutsche Schulen aufgenommen worden – mehr als doppelt so viele wie in den Vorjahren (von Dewitz, Massumi & Gießbach 2018). Da diese Gruppe ab dem Jahr 2017 die Willkommensklassen verließen und in den Regelunterricht aufgenommen werden sollten bzw. bereits integriert wurden, ergaben sich für die meisten Fachlehrerinnen und -lehrer neue Herausforderungen. Dies gilt nicht nur quantitativ und organisatorisch, sondern auch qualitativ, da sich die Sprachprofile der Neuzugewanderten erheblich von den Bildungsinländer*innen unterscheiden, die ihre Schulbiographie vollständig in Deutschland absolviert haben (s. auch Krause et al. i. Dr.). Eine unterrichtsbezogene mehrsprachige Kommunikation aus Herkunftssprache/Familiensprache und Deutsch gestalten sie daher vermutlich anders als die in MuM-Multi I untersuchten Bildungsinländerinnen und -inländer (Blossfeld et al. 2016; Benholz et al. 2015).

Das Projekt MuM-Multi I hat durch seine interdisziplinär angelegten Analysen mehrsprachiger fachbezogener Lehr-Lernprozesse quantitative und qualitative empirische Befunde zu Strategien mehrsprachigen Handelns und dessen Wirkungen auf die Wissensprozessierung und mathematische Verstehensentwicklung generiert. Allerdings erfolgte dies bislang unter sehr spezifischen Handlungsbedingungen, gewissermaßen unter „Laborbedingungen“, nämlich mit homogen türkisch-deutschen Kleingruppen mathematisch schwacher Schülerinnen und Schüler mit entsprechend zweisprachigen und besonders geschulten Lehrkräften im Förderunterricht. In der Unterrichtsrealität finden sich jedoch vielfältige unterschiedliche Familiensprachen und mehrsprachige Sprachprofile und Lehrkräfte beherrschen i. d. R. höchstens eine oder zwei der vorkommenden Familiensprachen (vgl. Meyer et al. 2016 für mathematikdidaktische Konsequenzen nicht-geteilter Mehrsprachigkeit).

Bevor die unter Laborbedingungen von uns als lernwirksam herausgearbeiteten Strategien, Stile und Wissensprozessierungen beim mehrsprachigen Handeln im *Regelunterricht* sprachlich heterogener Klassen ihr ganzes Potential entfalten können, was letztlich als Umsetzungsziel angesteuert wird, waren daher für das Folgeprojekt MuM-Multi II (2017–2020) weitere Untersuchungen notwendig. Das Projekt MuM-Multi II setzte sich zum Ziel, alltagstaugliche

Konzepte und Beiträge zur Theoriebildung einer Didaktik des mehrsprachigen Fachunterrichts zu entwickeln. Es setzte das Vorgängerprojekt MuM-Multi I fort, in dem die Bedeutung und die Gelingensbedingungen mehrsprachiger Diskurse für mathematisch konzeptuelle Verstehensprozesse von deutsch-türkischen Siebtklässlerinnen und Siebtklässlern quantitativ und qualitativ am Beispiel des mathematischen Themengebiets Brüche untersucht wurden, in Kooperation zwischen Linguistik und Mathematikdidaktik. Die Projektfortsetzung erfolgt wiederum interdisziplinär

- durch *Ausweitung* auf andere Zielgruppen, nämlich von türkisch-deutsch mehrsprachigen Bildungsinländer*innen („Eingesessenen“) hin zu primär arabischsprachigen Neuzugewanderten (Arbeitsbereich A),
- durch *Vertiefung* der empirischen Einsichten in mehrsprachige Kleingruppenprozesse im Zuge eines Vergleichs mit Daten und Prozessen der Neuzugewanderten (Arbeitsbereich B) sowie
- durch das praxisbezogene zentrale Ziel der *Integration* der Ansätze zur Aktivierung mehrsprachiger Ressourcen nicht nur im Kleingruppen-Förderunterricht, sondern im Regelunterricht sprachlich heterogener Klassen (Arbeitsbereich C).

Im Arbeitsbereich A wurden Leistungs- und Hintergrunddaten von mehrsprachigen Neuzugewanderten analysiert und verglichen. Es wurde ein sprachentlasteter Test mit $n = 127$ Neuzugewanderten durchgeführt, um die Zusammenhänge zwischen Sprachprofilen und Mathematikleistungen vergleichend zu untersuchen.

Im Arbeitsbereich B wurden mehrsprachige kooperative Aufgabenbearbeitungen in Kleingruppen für $n = 21$ Neuzugewanderte initiiert und mit den vorliegenden Video-Daten der $n = 41$ deutsch-türkischen Bildungsinländer aus MuM-Multi I vergleichend analysiert, und zwar hinsichtlich der diskursiv aktivierten Formen und Strategien mehrsprachigen Handelns und ihrer situativen Wirkungen auf die fachlichen Verstehensprozesse.

Beides diente als Vorarbeit für den Arbeitsbereich C, in dem regulärer Mathematikunterricht in sprachlich heterogenen Klassen entwickelt und erforscht wird und der in diesem Buch zusammen mit Arbeitsbereich D im Vordergrund steht (vgl. Kapitel 2). Die Analyse der initiierten Lehr-Lernprozesse liefert im *Arbeitsbereich D* innovative Theoriebeiträge für eine Didaktik des mehrsprachigen Fachunterrichts in sprachlich heterogenen Klassen. Sie nimmt dabei nicht nur das DaZ-Lernen, sondern darüber hinaus handlungsanalytisch bestimmbare mehrsprachige Ressourcen als *Lernmedium in fachlichen Verstehensprozessen* in den Blick mit dem Ziel, diese zu systematisieren.

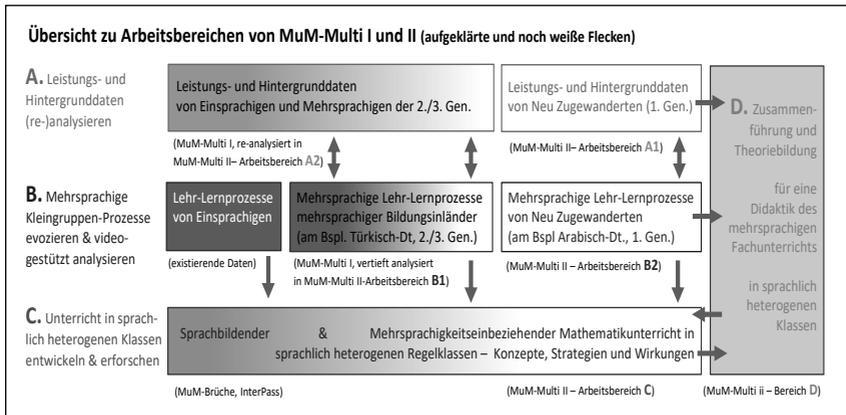


Abb. 1.3: Arbeitsbereiche des Projekts MuM-Multi II und seiner Vorläuferprojekte

In den folgenden zwei Abschnitten werden Ergebnisse der Arbeitsbereiche A und B zusammengefasst, weil sich dieses Buch auf die Arbeitsbereiche C und D konzentriert. Erstere sind in Buchkapiteln des vorliegenden Bandes integriert oder in Sammelbandpublikationen, Zeitschriftenartikeln sowie einer Dissertation (Uribe in Vorb.) anderweitig ausführlicher dokumentiert.

1.3.2 Zusammenfassung der Ergebnisse des Arbeitsbereichs A – Leistungs- und Hintergrunddaten von Lernenden analysieren

Der Arbeitsbereich A diente dem Ziel, für $n = 127$ Neuzugewanderte statistische Zusammenhänge zwischen Mathematikleistung und sprachlichen Kompetenzen und Hintergrunddaten zu untersuchen, um die generellen Potentiale der Gruppe zu erfassen.

Jenseits einiger Fallstudien (von Dewitz et al. 2018) gibt es bislang kaum empirische Befunde zu den fachlichen Leistungen von nach Deutschland neuzugewanderten Schülerinnen und Schülern. Als Beitrag zum Schließen dieser Forschungslücke wurde im Arbeitsbereich A eine Studie zu den Mathematikleistungen von $n = 127$ neuzugewanderten Schülerinnen und Schülern im Alter von 10 bis 14 Jahren durchgeführt. Die Studie nutzt dazu einen sprachentlasteten, stark differenzierenden Diagnosetest und untersucht die Zusammenhänge der Mathematikleistung zu wichtigen Hintergrundfaktoren. Eine parallele Studie wurde für 16–21-Jährige durchgeführt und als Artikel publiziert (Sprütten & Prediger 2019).

Die statistischen Analysen für die 10- bis 14-Jährigen zeigen eine erhebliche Heterogenität der Stichprobe.

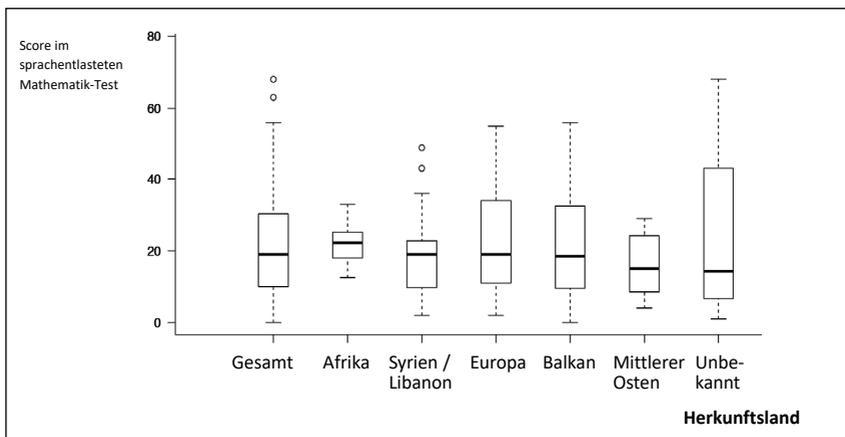


Abb. 1.4: Verteilung der Mathematikleistungen innerhalb der Herkunftsgruppen bei 127 Neuzugewanderten

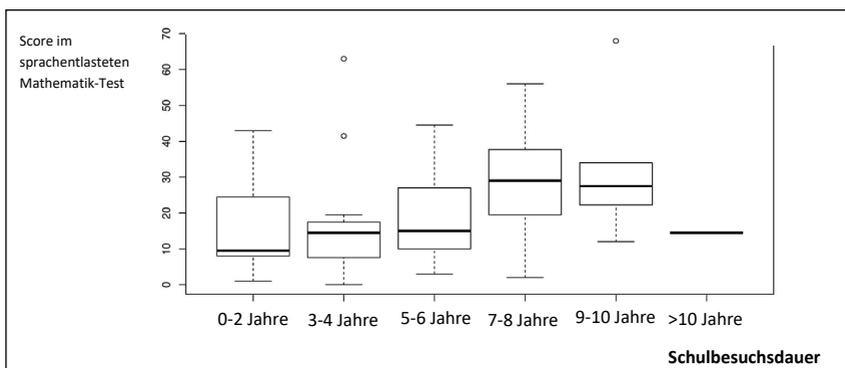


Abb. 1.5: Verteilung der Mathematikleistungen je nach Schulbesuchsdauer

Gemäß der Varianzanalyse scheint die Mathematikleistung vor allem abhängig von der Schulbesuchsdauer und der Herkunftsregion zu sein, wobei die Gruppen der verschiedenen Herkunftsregionen und Schulbesuchsdauern auch in sich eine große Heterogenität aufweisen. Die erhebliche Streuung innerhalb der Gruppen zeigt die Abbildung 1.4 durch die Verteilung der Mathematikleistungen innerhalb der Herkunftsgruppen.

Zudem erweist sich die Schulbesuchsdauer als notwendiges, aber nicht hinreichendes Kriterium für altersgemäße Mathematikleistung, wie die Abbildung 1.5 zeigt.

Bzgl. der mathematischen Basiskompetenzen unterscheiden sich die Neuzugewanderten von einer Vergleichsstichprobe von Bildungsinländerinnen und -inländern der 2. Migrationsgeneration (aus den Daten des BMBF-Projekts MuM-Implementation) bei Konstanthalten von Schulbesuchsdauer und sozio-ökonomischem Status nicht wesentlich; in einigen Items (fett gedruckte Punktzahlen) sind sie sogar stärker, wie die Tabelle 1.2 zeigt.

Tab. 1.2: Vergleich der Neuzugewanderten und Eingesessenen in den Basiskompetenzen

Itemgruppen	Neuzugewanderte		Vergleichsgruppe der Bildungsinländerinnen/-länder	
	Bearbeitungsquote	Mittlere Punktzahl (max. 1 Punkt)	Bearbeitungsquote	Mittlere Punktzahl (max. 1 Punkt)
Rechnen mit Übertrag; Euro addieren (1 Item)	94%	0,47	96%	0,69
Anteile aus Kreis und Rechtecken ablesen (3 Items)	90%	0,62	94%	0,73
Subtrahieren im Dezimalsystem (6 Items)	90%	0,63	85%	0,50
Zahlen vom Zahlenstrahl ablesen (5 Items)	81%	0,57	93%	0,41
Summe mit Dezimalzahlen (5 Items)	64%	0,43	74%	0,57

Diese Ergebnisse zeigen die erhebliche Heterogenität der Neuzugewanderten, die in der genannten Altersgruppe der 10–14-Jährigen mathematisch ähnlich große Schwierigkeiten haben wie diejenigen der 2. Migrationsgeneration. In der Gruppe gibt es jedoch auch Schülerinnen und Schüler (mit 0–7 Jahre Schulbesuchsdauer) mit extrem niedrigen Mathematikleistungen, die nicht allein durch Binnendifferenzierung im Regelunterricht aufgefangen werden können, sondern zusätzliche, ausgelagerte Förderung brauchen.

Zur Erhebung der Sprachkenntnisse wurde in der Hamburger Stichprobe zudem der Einstufungstest „Deutsch für Zugewanderte“ des Goethe-Instituts durchgeführt, dessen Ergebnisse eine erhebliche Heterogenität aufweisen, was

einerseits auf den unterschiedlichen Lernbiographien der Schülerinnen und Schüler basiert, andererseits auch an dem Testformat liegen mag – es lagen und liegen keine geeigneten Tests vor, um die Leistungsdaten neuzugewanderter Schülerinnen und Schüler im vom Projekt ins Auge genommenen Altersbereich zu erfassen. Das linguistische Teilprojekt Hamburg hat zudem einen Fragebogen entwickelt, mit dem gezielt Sprach- und Lernbiographien der Neuzugewanderten erhoben werden können. Bei allen Hamburger Datenerhebungen wurde er genutzt und ausgewertet (s. Krause et al. i. Dr.).

1.3.3 Überblick zu Ergebnissen des Arbeitsbereichs B – Mehrsprachige Kleingruppen-Prozesse

Der Arbeitsbereich B setzte den bilingual fördernden Kern des Vorgängerprojekts MuM-Multi I fort, indem er einerseits qualitativ rekonstruierte Strategien mehrsprachigen Handelns von Schülerinnen und Schülern sowie Lehrkräften nun in größerer Breite des bestehenden Videomaterials identifizierte und in den Lehr-Lernprozessen qualitativ untersuchte; andererseits wurden differente, im linguistischen TP Hamburg v. a. deutsch-arabische, bilinguale Sprachenkonstellationen mit Nicht-Bildungsinländern eigens ermittelt und videographiert. Ziel war es, die Nutzung und prozessbezogene Wirkung bilingualen Handelns von Lehrkräften sowie von Schülerinnen und Schülern untereinander zu klären. Dies sollte komparativ für verschiedene mehrsprachige Lehr-Lern-Konstellationen erfolgen (vgl. Kapitel 3). Dazu wurden neue Daten in sprachhomogenen Kleingruppen mit jeweils bilingualen Lehrenden erhoben. Konkret wurden Aufgabenbearbeitungen für syrisch-arabische Neuzugewanderte mit mäßigen DaZ-Kenntnissen (n = 21) sowie für Lernende von Deutsch als Fremdsprache, d. h. für DaF-Lernende, an einer deutschen Auslandsschule (n = 7) initiiert und bilingual durchgeführt. Die videographierten Prozesse wurden verglichen mit Video-Daten von Bildungsinländerinnen und -inländern aus MuM-Multi I (n = 41).

Die mathematikdidaktischen Analysen (publiziert unter Prediger, Uribe & Kuzu 2019b; Uribe & Prediger 2021) konzentrieren sich auf die Rekonstruktion der mehrsprachigen Profile der Lernenden und die Darstellung der aktivierten Ressourcen im Lehr-Lern-Prozess. Die dabei aktiv nutzbar gemachten Komponenten der individuellen Repertoires (im Sinne von Lüdi 2006) unter mathematikdidaktischer Charakterisierung der Art ihrer Nutzung wird als Repertoires-in-Use konzeptualisiert. In Abbildung 1.6 ist eine Zusammenfassung der im mathematikdidaktischen Teilprojekt analysierten Fälle dargestellt. Die schattierten Kästchen visualisieren, welche (Einzel-)Sprachen, Register (im gesprächsethnographischen Sinne von Gumperz 1982) und welche Darstellungen in wel-

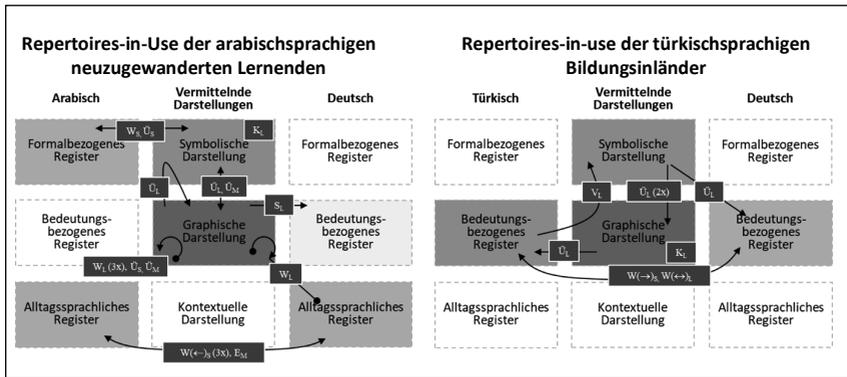


Abb. 1.6: Sprachprofile von Neuzugewanderten und Bildungsinländerinnen und -inländern im Vergleich (aus Uribe & Prediger 2021)

cher Ausprägung von den Lernenden aktiviert werden. Die Vernetzungspfeile und ihre Beschriftung spezifizieren die Verknüpfungsaktivitäten: Unterschieden wird zwischen Wechseln (W) (im Sinne des Codeswitching), Übersetzen (Ü), Entleihen (E), Versprachlichen (V) (im Sinne von Redder 2021, 187) und Präzisieren (P).

Die Abbildung zeigt für die untersuchten arabisch-deutschen Neuzugewanderten andere Relevanzsetzungen in den Darstellungen als für die untersuchten türkisch-deutschen Bildungsinländerinnen und -inländern: Sie werden nicht in hierarchischen Stufen der sukzessiven Abstraktion von unten nach oben sukzessive erarbeitet, sondern stellen vermittelnde Elemente zwischen den beiden jeweils genutzten Sprachen bzw. den unterschiedlichen Registern dar.

Ein Vergleich zwischen den rekonstruierten Repertoires-in-Use der syrischen neuzugewanderten Lernenden und der türkisch-deutschsprachigen Bildungsinländerinnen und -inländern weist auf Unterschiede hin, die funktional Auskunft darüber geben, wie vielfältig das individuelle mehrsprachige Repertoire der Lernenden sein kann. In beiden Fällen nutzen die Lernenden neben der Unterrichtssprache Deutsch ihre Herkunfts- bzw. Familiensprachen als Ressource im Prozess des mathematischen Konzeptverständnisses im Zuge der Aufgabenbearbeitung. Die Bildungsinländerinnen und -inländer aktivieren produktiv hauptsächlich das Deutsche. Ihre Aktivierung der Familiensprache ist seltener; wenn dies geschieht, erfolgt es jedoch problemlos und flüssig. Die neuzugewanderten Lernenden aktivieren ihre herkunftssprachlichen Ressourcen spontan unter sich. Bezogen auf die mit Barwell (2018) funktional differenzierte Kategorie sprachlicher Register benutzen die neuzugewanderten Lernenden das

Arabische aber vorwiegend formalbezogen, während die Bildungsinländerinnen und -inländer das Deutsche überwiegend bedeutungsbezogen einsetzen.

Diese mathematikdidaktisch etablierte Differenzierung zwischen formalbezogener und bedeutungsbezogener Sprache ist aus sprachanalytischer Perspektive folgendermaßen zu erläutern: Als bedeutungsbezogen gilt ein Register in der Fachdidaktik dann, wenn sprachlich direkt ein Fachwissen als Äußerungs- oder Ausdrucksbedeutung thematisch und insofern aktiviert wird. Das ist einerseits der Fall, wenn die Versprachlichung des Fachwissens als solche zur Geltung kommt, etwa in entsprechenden Substantiven oder Verben, und zweitens dann, wenn der propositionale Gehalt der Äußerung so verbalisiert ist, dass er im sprachlichen Darstellungsmodus verbleibt und insofern entsprechende Ausdrucksmittel des Symbolfeldes von Sprache integriert. Als formalbezogen gilt demgegenüber mathematikdidaktisch ein Register, wenn die Verbalisierung des propositionalen Gehaltes sich nicht direkt aus einer sprachlichen Wissensverarbeitung und insofern aus einer Versprachlichung ableitet, sondern aus einem vorwiegend algebraisch-symbolischen (insofern formalen) oder aktionalen Wissens- und Darstellungsmodus, der eher mit methodisch-prozeduralem als mit deklarativem mathematischen Wissen einhergeht. Freilich wird auch dieses Wissen in den Äußerungen, die als formbezogenes Register gelten, bedeutungsangemessen verbalisiert – verbalisiert im Sinne der Planung von illokutiv angemessenem propositionalem Akt (Redder 2021, 186). Der in Abbildung 1.6 dargelegte mathematikdidaktische Befund dokumentiert also aus linguistischer Sicht, dass die Neuzugewanderten sich mit dem Arabischen verstärkt auf die Verbalisierung von zunächst nicht versprachlichtem, eher methodischem Wissen konzentrieren. In Redder et al. (i. Dr.) wird Ähnliches beobachtet, während das exemplarische Kleingruppenbeispiel zur Sprachreflexion (Kapitel 5.2) die arabischsprachige Rekonstruktion einer bestimmten Versprachlichung betrifft und somit das Wissen interpretativ, epistemisch weitergehend verbalisiert.

Während sich, wie obige Abbildung zeigt, Bildungsinländerinnen und -inländer mathematisch und unterrichtssprachlich vertraut auf die graphische Darstellung für eine konzeptuelle Bedeutungskonstruktion beziehen (Planas 2014; Barwell 2018), verfügen einige der Neuzugewanderten über starke Ressourcen in algebraisch-symbolischen Darstellungen, die sie in ihrer Herkunftssprache zu äußern vermögen. Sie lassen sich denkend auf die graphische Darstellung ein, jedoch gelingt es ihnen nur mit etwas sprachlichem Aufwand, in ihren kommunikativen Beiträgen sinnstiftende Verknüpfungen als Transfer in die Verbalisierung des formal Gewussten zu etablieren.

Insgesamt scheinen, so wird in Uribe & Prediger (2021) argumentiert, die in Deutschland aufgewachsenen und schulisch gebildeten deutsch-türkisch-

sprachigen Lernenden eher einen Modus der lokalen Aktivierung gezielter Darstellungen und Register zu bevorzugen. Die Denkprozesse vollziehen sie, wie die graphische Darstellung in Abbildung 1.6 zeigt, primär mit dem bedeutungsbezogenen Register, d. h. als versprachlichtes und versprachlicht gelerntes Wissen. Die weiteren Darstellungen werden zwar auch aktiviert, aber die Verknüpfungen richten sich auf die graphische oder algebraisch-symbolische Wissensdarstellung. Die mehrsprachigen neuzugewanderten Lernenden ihrerseits sprechen wiederholt Elemente innerhalb einer Darstellungsweise an, die nicht miteinander verknüpft werden. Sie wechseln zwischen isolierten Elementen, vor allem bezogen auf die graphische Darstellung. Das kann daran liegen, dass mit dem Wechsel der Unterrichtskultur das Sachwissen als Gegenstand einer sprachlichen Thematisierung und insofern als Gegenstand versprachlichten Wissens in seiner diskursiven Erarbeitung erst kennengelernt wird.

Diese Verfahrensweisen zu verallgemeinern, führt bereits in Bereich B des Projektes zu einem mathematikdidaktisch relevanten Forschungsergebnis: Repertoires sind vielfältig und umfassen Register und Darstellungen jenseits von Amtssprachen wie Türkisch und Arabisch (Barwell 2018); diese sprachlichen Differenzierungen wissensbearbeitender Art sollten die unterschiedlichen mathematischen Praktiken im Umgang mit Darstellungen und Registern berücksichtigen. Solche theoretischen Erweiterungen führen ferner zu praktischen Konsequenzen für den Mathematikunterricht: Anstatt nur einen festen Lernpfad zu planen, der vom Alltagsregister und von konkreten Darstellungen zum formalen und algebraisch-symbolischen Darstellungsmodus ausgeht, ehe er zum sprachlichen führt (Prediger & Wessel 2013), sollten gerade den Neuzugewanderten mit ihren sehr heterogenen Vorerfahrungen flexiblere Lernwege ermöglicht werden, um die unterschiedlichen Ressourcen der Lernenden als Ertrag für die Lehr-Lern-Prozesse zu berücksichtigen.

1.4 Ausblick

Die linguistischen Analysen in MuM-Multi I (Redder et al. 2018) haben gezeigt, dass die geteilte Zweisprachigkeit im Unterrichtsdiskurs der bilingualen Mathematik-Förderungen eine vom Lehrenden geleitete Sprachvernetzung ermöglicht und dass mehrsprachige Diskurse zwischen Lernenden und Lehrenden das Verstehen und Weiterdenken befördern. Mehr noch: Im Wege des – für Bildungsinländerinnen und -inländer ungewohnten – Rückgriffs auf die Familiensprache stoßen mehrsprachige Diskurse sogar einen fachsprachlichen Ausbau der gewohnten Unterrichtssprache Deutsch an, so dass mathematische Schwächen mittels Sprachenvernetzung ausgeglichen werden können. Allerdings sind dazu