

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>10</b>
1.1	Problemstellung .....	10
1.2	Zielsetzung .....	12
1.3	Vorgehen .....	12
1.4	Aufbau der Arbeit .....	13
1.5	Begriffsklärung .....	15
<b>Teil I: Theoretischer Hintergrund .....</b>		<b>17</b>
<b>2</b>	<b>Arithmetische Verarbeitungsleistungen .....</b>	<b>17</b>
2.1	Komponenten der arithmetischen Verarbeitung .....	19
2.1.1	Zahlenverarbeitung .....	19
2.1.2	Rechnen .....	22
2.1.2.1	Deklaratives Wissen .....	23
2.1.2.2	Konzeptuelles Wissen .....	23
2.1.2.3	Prozedurales Wissen .....	24
2.1.2.4	Metakognitives Wissen .....	24
2.2	Relevante Modelle der Zahlenverarbeitung und des Rechnens .....	26
2.2.1	Modulare Architektur der Zahlenverarbeitung und des Rechnens .....	26
2.2.2	Komplementäres Modell domänenübergreifender Funktionen und domänenpezifischer Module .....	31
2.2.3	Netzwerkmodelle des Abrufs arithmetischer Fakten .....	33
2.3	Allgemeine Entwicklung der arithmetischen Verarbeitungskomponenten .....	37
2.4	Konsequenzen für die Intervention .....	41
<b>3</b>	<b>Multiplikation – Fachwissenschaftliche Darstellung einer (Grund-)Rechenart .....</b>	<b>43</b>
3.1	Kompetenzerwartungen und mentaler Wissensaufbau der Multiplikation .....	43
3.2	Fachliche Grundlagen und Einführungswege der Multiplikation .....	46
3.2.1	Mathematische Begriffsbestimmung und Rechengesetze .....	46
3.2.2	Beispielgebundene Begründungen der Rechengesetze über verschiedene Modellvorstellungen .....	49
3.2.3	Didaktische Umsetzung im Unterrichtskontext .....	54
3.3	Kleines Einmaleins .....	57
3.3.1	Ganzheitlicher Zugang zum Einmaleins .....	58
3.3.2	Herangehensweisen beim Lösen von Aufgaben des kleinen Einmaleins .....	60
3.3.3	Automatisierung durch konsequentes Ableiten .....	69
3.4	Konsequenzen für die Intervention .....	74

<b>4</b>	<b>Rechenstörungen bei Schulkindern.....</b>	<b>76</b>
4.1	Multiperspektivität des Begriffs .....	76
4.2	Beeinträchtigungen im Bereich der arithmetischen Verarbeitung .....	80
4.2.1	Symptomatik .....	81
4.2.2	Verursachungshypothesen.....	84
4.2.3	Subtypendifferenzierung .....	93
4.3	Schlussfolgerungen für die Diagnostik und Behandlung von Rechenstörungen .....	98
<b>5</b>	<b>Intervention bei Rechenstörungen im Schulalter.....</b>	<b>101</b>
5.1	Allgemeine Überlegungen zur schulischen Intervention.....	101
5.2	Merkmale für die Gestaltung mathematischer Lernumgebungen .....	102
5.3	Metaanalytische Daten zur Effektivität mathematischer Interventionen.....	106
<b>6</b>	<b>Sprache und Mathematik – Zum Zusammenhang des sprachlichen Entwicklungsstandes mit den arithmetischen Verarbeitungskompetenzen .....</b>	<b>108</b>
6.1	Mathematisches Lernen unter Berücksichtigung von Sprache – eine Übersicht .....	111
6.2	Kinder mit Spracherwerbsstörungen.....	116
6.3	Vielfalt der Sprachen im Mathematikunterricht – Lernbarrieren für Kinder mit Spracherwerbstörungen.....	122
6.3.1	Sprachenspektrum im Mathematikunterricht .....	123
6.3.2	Hürden für sprachschwache Kinder .....	125
6.4	Zahlenverarbeitung und Rechnen – Zusammenhänge mit den sprachlichen Fähigkeiten.....	131
6.4.1	Arithmetische Verarbeitungsschwierigkeiten spracherwerbsgestörter Kinder .....	133
6.4.2	Zerebrale Aktivierungen bei Aufgaben zur arithmetischen Verarbeitung .....	151
6.5	Erklärungsansätze für die arithmetischen Verarbeitungsschwierigkeiten spracherwerbsgestörter Kinder .....	160
6.5.1	Sprache als spezifischer Erklärungsfaktor.....	162
6.5.2	Übergreifende Erklärungsfaktoren.....	171
6.6	Modelle und Konsequenzen für eine sprachbewusste Intervention im Mathematikunterricht .....	180
6.6.1	Sprachheilpädagogisches Repertoire im Kontext mathematischen Lernens .....	182
6.6.1.1	Sprachheilpädagogische Planung des Mathematikunterrichts.....	182
6.6.1.2	Sprachheilpädagogisch relevante Methoden und Prinzipien für einen sprachbewussten Mathematikunterricht.....	188
6.6.2	Unterstützung beim Erwerb der fachsprachlichen Mittel .....	193
6.6.2.1	Scaffolding – Ein konzeptioneller Unterstützungsrahmen.....	193
6.6.2.2	Lernen fachsprachlicher Mittel im Mathematikunterricht .....	195

6.6.3	Bisherige Vorschläge zur Förderung spracherwerbsgestörter Kinder im Bereich der arithmetischen Verarbeitung.....	197
6.6.4	Sprachheilpädagogische Interventionsmöglichkeiten bei arithmetischen Verarbeitungsschwierigkeiten am Beispiel des mathematischen Faktenwissens .....	199
6.6.4.1	Therapie lexikalischer Störungen .....	199
6.6.4.2	Wortschatzammler .....	202
6.7	Schlussfolgerungen und Motivation der vorliegenden Studie .....	207
<b>Teil II: Empirische Arbeit.....</b>		<b>212</b>
<b>7</b>	<b>Fragestellungen der empirischen Untersuchung.....</b>	<b>212</b>
7.1	Sprachliche Fähigkeiten und arithmetische Verarbeitung.....	212
7.1.1	Forschungsfrage 1: Zusammenhänge zwischen sprachlichen Fähigkeiten und arithmetischen Verarbeitungskompetenzen .....	212
7.1.2	Forschungsfrage 2: Unterschiede in den arithmetischen Verarbeitungsleistungen .....	214
7.2	Effektivität strategieorientierter Förderung mathematischen Faktenwissens ..	215
7.2.1	Forschungsfrage 3: Langfristige Effekte auf den Abruf mathematischer Fakten.....	215
7.2.2	Forschungsfrage 4: Langfristige Effekte auf die Anwendung basaler mathematischer Strategien .....	217
<b>8</b>	<b>Methodik.....</b>	<b>218</b>
8.1	Überblick über das Studiendesign .....	218
8.2	Probanden .....	222
8.2.1	Einschlusskriterien .....	222
8.2.2	Stichprobenkonstruktion.....	225
8.2.3	Endgültige Gesamtstichprobe .....	226
8.3	Eingesetzte Messinstrumente .....	227
8.3.1	Überprüfung des sprachlichen Entwicklungsstandes.....	227
8.3.1.1	Wortschatz- und Wortfindungstest für 6- bis 10-jährige Kinder - WWT 6-10 (Glück 2011).....	227
8.3.1.2	Evozierte Sprachdiagnose grammatischer Fähigkeiten für 4- bis 8-jährige Kinder - ESGRAF 4-8 (Motsch/Rietz 2019) .....	229
8.3.1.3	Test zur Überprüfung des Grammatikverständnisses - TROG-D (Fox-Boyer 2016) .....	231
8.3.2	Mathematische Leistungen .....	232
8.3.3	Kontrollvariablen .....	234
8.3.3.1	Kapazität des phonologischen Arbeitsgedächtnisses .....	235
8.3.3.2	Benennungsgeschwindigkeit.....	236
8.3.3.3	Nonverbale, kognitive Verarbeitungsleistungen.....	238
8.4	Interventionsstudie.....	240
8.4.1	Stichprobenauswahl.....	240

8.4.2	Randomisierte Gruppenzuweisung .....	241
8.4.3	Vorlestungen (T1) .....	244
8.4.4	Strategieorientiertes Förderkonzept mathematischen Faktenwissens ...	246
8.4.4.1	Grundlagen und Ziele .....	246
8.4.4.2	Inhalte und Methoden .....	247
8.4.4.3	Sprachheilpädagogische Akzentuierung .....	257
8.4.4.4	Exemplarische Darstellung einer Fördereinheit .....	263
8.4.5	Vorbereitungen für die Intervention .....	266
8.4.6	Durchführung der Intervention .....	266
8.4.7	Nachtestungen (T2, T3) .....	267
8.4.7.1	Post-Test (T2): unmittelbar nach der Intervention .....	267
8.4.7.2	Follow-Up-Test (T3): sechs Wochen nach Abschluss der Intervention .....	267
8.4.7.3	Drop-Outs .....	268
8.5	Statistische Berechnungen .....	268
<b>9</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>278</b>
9.1	Darstellung der Stichprobe (Deskriptive Statistik) .....	278
9.1.1	Ergebnisse der Lehrerbefragung hinsichtlich Mehrsprachigkeit .....	278
9.1.2	Beschreibung der Stichprobencharakteristika .....	279
9.1.3	Ergebnisse der Überprüfung sprachlicher Fähigkeiten .....	281
9.1.4	Ergebnisse der basisnumerischen Leistungsüberprüfungen .....	287
9.1.5	Ergebnisse in den weiteren erhobenen Verarbeitungsleistungen .....	297
9.2	Sprachliche Fähigkeiten und arithmetische Verarbeitung .....	302
9.2.1	Forschungsfrage 1: Zusammenhänge zwischen sprachlichen Fähigkeiten und arithmetischen Verarbeitungskompetenzen .....	302
9.2.1.1	Zusammenhänge zwischen spezifisch sprachlichen Fähigkeiten und arithmetischen Verarbeitungskompetenzen .....	302
9.2.1.2	Zusammenhänge zwischen sprachlichen Fähigkeiten und arithmetischen Verarbeitungskompetenzen unter Kontrolle weiterer Verarbeitungsleistungen .....	305
9.2.1.3	Einfluss sprachlicher Prädiktoren auf die arithmetischen Verarbeitungskompetenzen .....	307
9.2.2	Forschungsfrage 2: Unterschiede in den arithmetischen Verarbeitungskompetenzen sprachlich normal entwickelter Kinder und spracherwerbsgestörter Kinder .....	316
9.2.2.1	Unterschiede in den arithmetischen Verarbeitungsleistungen zwischen sprachlich normal entwickelten Kindern und spracherwerbsgestörten Kindern .....	316
9.2.2.2	Unterschiede in den arithmetischen Verarbeitungsleistungen zwischen den Subgruppen spracherwerbsgestörter Kinder .....	318
9.2.2.3	Unterschiede in den arithmetischen Verarbeitungsleistungen zwischen Gruppen spracherwerbsgestörter Kinder mit und ohne Beeinträchtigung in der rezeptiven Modalität .....	322

9.3	Effektivität strategieorientierter Förderung mathematischen Faktenwissens ..	324
9.3.1	Darstellung der Interventionsstichprobe (Deskriptive Statistik) .....	324
9.3.1.1	Beschreibung der Stichprobencharakteristika .....	324
9.3.1.2	Ergebnisse der Überprüfung sprachlicher Fähigkeiten .....	325
9.3.1.3	Ergebnisse der basisnumerischen Leistungsüberprüfungen .....	326
9.3.1.4	Ergebnisse in den weiteren erhobenen Verarbeitungsleistungen .....	327
9.3.1.5	Unmittelbare Vortestleistungen (T1) der Experimental- und Kontrollgruppe im Rechnen (Multiplikation) .....	328
9.3.2	Ermittlung der Trainingseffekte auf den Abruf mathematischer Fakten .....	330
9.3.2.1	Forschungsfrage 3: Langfristige Effekte auf den Abruf mathematischer Fakten .....	330
9.3.2.2	Forschungsfrage 4: Langfristige Effekte auf die Verwendung basaler mathematischer Strategien .....	342
<b>10</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>346</b>
10.1	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse .....	346
10.1.1	Sprachliche Fähigkeiten und arithmetische Verarbeitung .....	346
10.1.1.1	Zusammenhänge zwischen sprachlichen Fähigkeiten und arithmetischen Verarbeitungskompetenzen .....	346
10.1.1.2	Unterschiede in den arithmetischen Verarbeitungskompetenzen sprachlich normal entwickelter Kinder und spracherwerbsgestörter Kinder .....	350
10.1.2	Effektivität strategieorientierter Förderung mathematischen Faktenwissens .....	353
10.1.2.1	Langfristige Effekte auf den Abruf mathematischer Fakten .....	353
10.1.2.2	Langfristige Effekte auf die Verwendung basaler mathematischer Strategien .....	357
10.2	Pädagogische Implikationen und Schlussfolgerungen für die schulische Praxis .....	359
10.3	Limitationen der Studie .....	364
10.4	Ausblick .....	369
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>375</b>	
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>382</b>	
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>387</b>	
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>388</b>	
<b>Abstract .....</b>	<b>442</b>	