

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	10
1.1	Problemstellung	10
1.2	Zielsetzung	12
1.3	Vorgehen	12
1.4	Aufbau der Arbeit	13
1.5	Begriffsklärung	15
Teil I: Theoretischer Hintergrund		17
2	Arithmetische Verarbeitungsleistungen	17
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 domänenspezifischer 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
3	Multiplikation – Fachwissenschaftliche Darstellung einer (Grund-)Rechenart	43
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

4	Rechenstörungen bei Schulkindern.....	76
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	Subtyppendifferenzierung	93
4.3	Schlussfolgerungen für die Diagnostik und Behandlung von Rechenstörungen	98
5	Intervention bei Rechenstörungen im Schulalter.....	101
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
6	Sprache und Mathematik – Zum Zusammenhang des sprachlichen Entwicklungsstandes mit den arithmetischen Verarbeitungskompetenzen	108
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 Spracherwerbsstörungen.....	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 sprachenerwerbsgestörter 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	Spracheilpädagogische Interventionsmöglichkeiten bei arithmetischen Verarbeitungsschwierigkeiten am Beispiel des mathematischen Faktenwissens	199
6.6.4.1	Therapie lexikalischer Störungen	199
6.6.4.2	Wortschatzsammler	202
6.7	Schlussfolgerungen und Motivation der vorliegenden Studie	207
Teil II: Empirische Arbeit.....		212
7	Fragestellungen der empirischen Untersuchung.....	212
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
8	Methodik.....	218
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	Vortestungen (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
9	Ergebnisse	278
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 normalentwickelten 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
10	Diskussion	346
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
	Abbildungsverzeichnis	375
	Tabellenverzeichnis	382
	Abkürzungsverzeichnis	387
	Literaturverzeichnis	388
	Abstract	442