Dokumentation

Schwache Rechnerinnen und Rechner fördern. Eine Interventionsstudie zur Förderung von Schülerinnen und Schülern mit schwachen Mathematikleistungen an Haupt-, Gesamt- und Förderschulen. (FKZ 01GJ0859)

Prof. Dr. Franz B. Wember, TU Dortmund (Projektleiter)

Prof. Dr. Elisabeth Moser Opitz, Universität Zürich (ehemalige Projektleiterin)

Dr. Okka Freesemann, Doktorandin im o. g. Projekt

Im Folgenden werden Ziel, Fragestellungen und Design der Studie sowie die Ergebnisse dargestellt. Im Projekt wurde ein Mathematiktest entwickelt, der im Sommer 2016 veröffentlicht wird: Aus diesem Grund kann der Test nicht der Dokumentation beigefügt werden (Moser Opitz, E.; Freesemann, O.; Grob, U. & Prediger, S. (2016): BASIS-MATH-G4^{+}-5. Gruppentest zur Basisdiagnostik Mathematik für das vierte Quartal der 4. Klasse und für die 5. Klasse. Bern: Hogrefe.)

1. Ziel, Fragestellungen und Design der Interventionsstudie

Schwache Rechnerinnen und Rechner in der Sekundarstufe I haben zentrale Inhalte der Grundschulmathematik, den sog. mathematischen Basisstoff, nicht oder nur unzureichend erworben. Mathematik ist ein „aufbauendes Fach" (Gaidoschik 2008, 289) und so stellt sich die Frage: Wie soll schwachen Rechnerinnen und Rechnern in der Sekundarstufe I ein erfolgreiches Weiterlernen gelingen, wenn ihnen grundlegende Kenntnisse in zentralen Inhalten der Grundschulmathematik fehlen? Forschungsergebnisse weisen darauf hin, dass die Kenntnis des mathematischen Basisstoffs zwar keine hinreichende, aber eine notwendige Bedingung für das Mathematiklernen in der Sekundarstufe I darstellt. Aufgabe der Sekundarstufe muss es deshalb sein, die Defizite vieler Kinder im mathematischen Basisstoff bei Übertritt in die weiterführende Schule zur Kenntnis nehmen und diese zunächst einmal aufzuarbeiten. Die Erarbeitung weiterführender mathematischer Inhalte ohne vorherige Aufarbeitung der Lücken im mathematischen Basisstoff erscheint nicht Erfolg versprechend, weil den schwachen Rechnerinnen und Rechner für ein erfolgreiches Weiterlernen die notwendigen Voraussetzungen fehlen. Es ist davon auszugehen, dass die rechenschwachen Schülerinnen und Schüler ohne Unterstützung ihre Schwierigkeiten im Fach Mathematik nicht überwinden und sich diese ggf. noch verschärfen.

Auf die Notwendigkeit einer gezielten Förderung der Schülerinnen und Schüler mit schwachen Mathematikleistungen in der Sekundarstufe I wurde verstärkt seit Veröffentlichung der Ergebnisse der ersten PISA-Studie im Jahr 2000 sowohl von Seiten der Fachdidaktik als auch der Bildungspolitik hingewiesen. Schule muss ihrem Bildungsauftrag gerecht werden (können), alle Schülerinnen und Schüler bestmöglich zu fördern. Doch auch zehn Jahre nach dem PISA-Schock fehlen evaluierte Konzepte für die Förderung schwacher Rechnerinnen und Rechner in der Sekundarstufe I, für die ein erfolgreiches Weiterlernen ohne Aufarbeitung der Lücken in zentralen Inhalten der Grundschulmathematik nicht oder nur schwer möglich ist.

Vor dem Hintergrund dieser Forschungslücke ist es das Ziel der vorliegenden Untersuchung, auf der Grundlage wissenschaftlich fundierter Erkenntnisse zu den Schwierigkeiten beim Mathematiklernen und zur effektiven Förderung schwacher Rechnerinnen und Rechner eine Intervention zur Förderung zu ausgewählten Inhalten des mathematischen Basisstoffs für rechenschwache Schülerinnen und Schüler in der Sekundarstufe I zu entwickeln, durchzuführen und zu evaluieren.

Ziel einer Förderung im mathematischen Basisstoff muss das konzeptuelle Verständnis des Dezimalsystems und der Grundoperationen sein. Das heißt, die Förderung muss auf den der Aufbau zentraler Vorstellungen und Darstellungen zu den natürlichen Zahlen und ihren Grundoperationen zielen. Ein umfassendes Verständnis dieser Inhalte bildet das Fundament für ein verständiges Rechnen und einen kompetenten Umgang mit Sachaufgaben. Ein konzeptuelles Verständnis von Mathematik ist ein tiefgreifendes und nachhaltiges Wissen (Van de Walle 2007, 30). Es wird angenommen, dass eine Förderung im konzeptuellen Verständnis des mathematischen Basisstoffs positive Effekte für darauf aufbauende Fertigkeiten und Fähigkeiten zeigt. Für die Implementierung einer Förderung im mathematischen Basisstoff in der Sekundarstufe I bietet sich in Regelschulen insbesondere das fünfte Schuljahr an, weil die Wiederholung des arithmetischen Basiswissens aus der Grundschule hier im Lehrplan ihren Platz hat.

Aus dem Vorangegangenen leitet sich die erste Fragestellung der Untersuchung ab:

1) Führt eine auf das konzeptuelle Verständnis ausgerichtete Intervention zum mathematischen Basisstoffs für schwache Rechnerinnen und Rechner in Klasse 5 an Haupt- und Gesamtschulen und in Klasse 7 an Förderschulen mit dem Förderschwerpunkt Lernen zu einer Verbesserung der Mathematikleistung?

Insbesondere im ersten sowie im dritten Kapitel der vorliegenden Arbeit wurde diskutiert, welche Aspekte einen guten Mathematikunterricht kennzeichnen: eine effektive Klassenführung, die in einem engen Zusammenhang mit einer intensiven Lernzeitnutzung und einer klaren Strukturierung des Unterrichts zu sehen ist. Darüber hinaus profitieren die Schülerinnen und Schüler insbesondere von einem Mathematikunterricht, der fachlich anspruchsvoll ist und in dem sie kognitiv aktivierende Aufgaben bearbeiten. Auf der Grundlage der Forschungsergebnisse aus Abschnitt 3.2 kann angenommen werden, dass eine am Verständnis orientierte Förderung auch für schwache Rechnerinnen und Rechner erfolgreich umgesetzt werden kann. Hierzu zeigen sich aber besondere Maßnahmen zur Unterstützung der Kinder und Jugendlichen notwendig, denn der Lernzuwachs schwacher Rechnerinnen und Rechner hängt in stärkerem Maße von einer hohen Qualität des Unterrichts ab, als dies bei leistungsstärkeren Schülerinnen und Schülern der Fall ist. Sie bedürften zudem einer angemessenen Unterstützung durch die Lehrperson (vgl. Abschnitt 3.2). Vor diesem Hintergrund und in Anbetracht der gravierenden Lücken rechenschwacher Schülerinnen und Schüler in der Sekundarstufe I erscheint es angebracht, die Schwierigkeiten im Verständnis des mathematischen Basisstoffs im Rahmen einer *Kleingruppenförderung* im Förderunterricht aufzuarbeiten. Im Schulalltag sind die Kapazitäten für eine besondere Begleitung schwacher Lernerinnen und Lerner in Kleingruppen allerdings begrenzt. Deshalb wird in der vorliegenden Interventionsstudie auch untersucht, ob die Begleitung durch die Lehrperson teilweise ersetzt werden kann durch selbstständiges Lernen im Klassenunterricht Mathematik. Diese Interventionsform wird im Folgenden als *Teilweise klassenintegrierte Förderung* bezeichnet. Hieraus leitet sich die zweite Forschungsfrage ab, die der Untersuchung zugrunde liegt:

2) Beeinflusst die Form der Förderung die Leistungsfortschritte der schwachen Rechnerinnen und Rechner in der Mathematikleistung?

1.1. Untersuchungsdesign

Untersuchungsplan

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde eine Interventionsstudie in einem quasi-experimentellen Design mit zwei Interventionsgruppen - *Kleingruppenförderung* und *Teilweise klassenintegrierte Förderung* - und einer Kontrollgruppe realisiert. Das Design umfasst drei Messzeitpunkte: Vortest, Nachtest und Follow-up. Die Dauer der Intervention betrug 14 Wochen und wurde zwischen dem ersten und zweiten Messzeitpunkt umgesetzt.

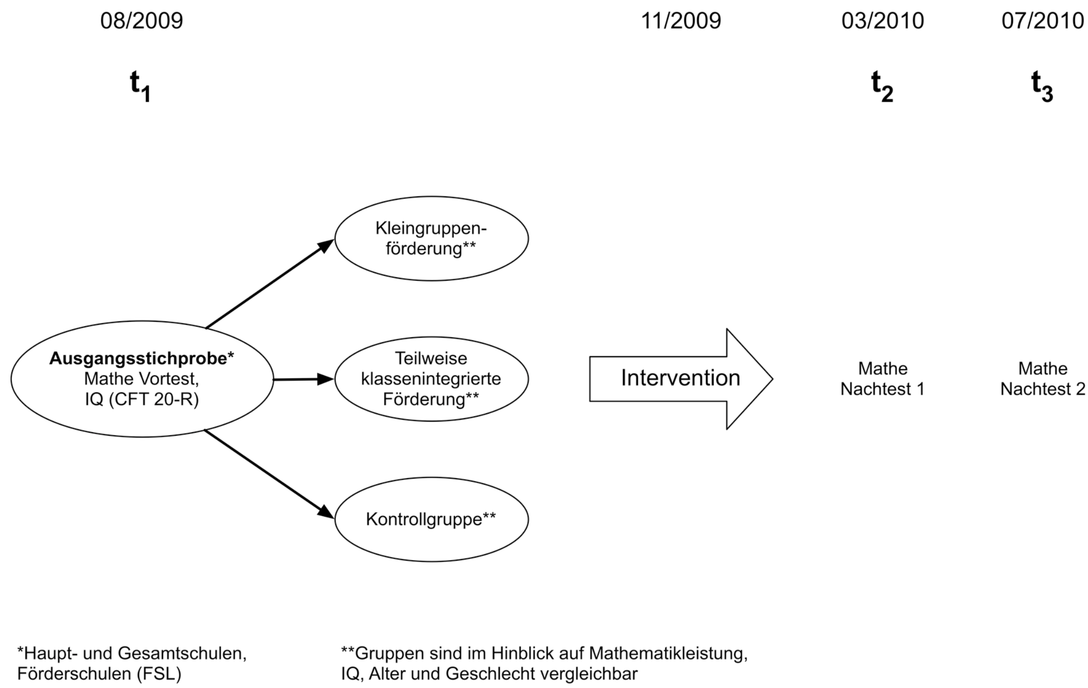


Abbildung 1: Untersuchungsplan

Zu Beginn des Schuljahres 2009/10 wurde in allen teilnehmenden Klassen ein IQ-Test sowie ein Vortest Mathematik durchgeführt. Auf der Grundlage der Ergebnisse im Vortest Mathematik wurde aus der Ausgangsstichprobe die Untersuchungsstichprobe der schwachen Rechnerinnen und Rechner gebildet. In einem nächsten Schritt wurde die Untersuchungsstichprobe in drei Gruppen aufgeteilt: zwei Interventionsgruppen und eine Kontrollgruppe. Die Gruppen waren vergleichbar im Hinblick auf die Leistungen im Vortest Mathematik, IQ, Alter und Geschlecht (vgl. Abschnitt 5.2). Die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppen erhielten nach den Herbstferien (November 2009) eine Intervention zu ausgewählten Inhalten des mathematischen Basisstoffs, die methodisch unterschiedlich umgesetzt wurde (Kleingruppenförderung und klassenintegrierte Förderung). Die Kontrollgruppe erhielt keine spezifische Förderung im mathematischen Basisstoff. Vor den Osterferien (März 2010) wurde ein erster Nachtest Mathematik durchgeführt, vor den Sommerferien (Juli 2010) der zweite Nachtest Mathematik. Dabei nahmen nicht nur die Schülerinnen und Schüler der Untersuchungsstichprobe an den Nachtests Mathematik teil, sondern alle Schülerinnen und Schüler der Ausgangsstichprobe.

1.2.Stichprobe

Lorenz und Radatz (1993, 15) gehen davon aus, dass ca. 6% der Schülerinnen und Schüler als extrem rechenschwach zu klassifizieren sind und ca. 15% eine mindestens förderungsbedürftige Rechenstörung haben. Vor dem Hintergrund dieser Angaben kann geschätzt werden, dass in einer Schulklasse etwa zwei bis vier Schülerinnen und Schüler so schwach im Rechnen sind, dass sie eine besondere Förderung benötigen. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung galt es, diese Schülerinnen und Schüler zu bestimmen. Das Vorgehen wird im Folgenden näher erläutert.

Definition und Auswahl der Ausgangsstichprobe

Bei der Gewinnung der Stichprobe galt es, mehrere Faktoren zu berücksichtigen. Zum einen musste die Ausgangsstichprobe so ausgewählt werden, dass aus ihr genügend schwache Rechnerinnen und Rechner für die Teilnahme an der Interventionsstudie ausgewählt werden konnten. Zum anderen konnten aus forschungsökonomischen Gründen nur Schulen aus Dortmund und der näheren Umgebung angefragt werden, da eine gute Erreichbarkeit der Schulen für die Durchführung der Tests und der Intervention von großer Bedeutung war. Eine Zufallsauswahl von Haupt-, Gesamt- und Förderschulen wurde angeschrieben und für die Teilnahme an der Untersuchung angefragt. Dabei wurde darauf geachtet, sowohl Schulen aus den Stadtzentren, den Vororten als auch aus dem ländlichen Raum einbezogen wurden.

Stichprobengröße

Die Bestimmung des Stichprobenumfangs wurde mit dem Programm G*Power 3 (Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner 2007) durchgeführt. Die Poweranalyse ($f = 0.25$, $\alpha = 0.05$, $1 - \beta = 0.8$, 3 Messungen, $F = 2.51$) verlangte eine Gruppengröße von $N = 36$ je Experimentalgruppe. Da die Erhebungen über ein ganzes Schuljahr angelegt waren und an Haupt- und Förderschulen mit einer hohen Fluktuation der Schülerinnen und Schüler gerechnet werden musste, wurde von einem Stichprobenschwund von bis zu 20% ausgegangen und mit einer Gruppengröße von $N = 42$ je Experimentalgruppe geplant. In die Stichprobe wurden Schülerinnen und Schüler aus verschiedenen Schulformen einbezogen, da Untersuchungen immer wieder aufzeigen, dass die Zuweisung zu Schulformen eher auf Eigenheiten der örtlichen Überweisungspraxis zurückzuführen sind als auf die Varianz der Schülermerkmale (Kronig 2003; Gomolla & Radtke 2002). Aus forschungsökonomischen Gründen konnten aber nur die Schulformen einbezogen werden, an denen eine große Anzahl schwacher Rechnerinnen und Rechner anzunehmen ist. Deshalb wurden für die Teilnahme an der vorliegenden Untersuchung Haupt- und Gesamtschulen sowie Förderschulen Lernen angefragt. Es ist davon auszugehen, dass Gesamtschulen die Heterogenität der (nicht-gymnasialen) Schülerschaft gut repräsentieren.

An den Regelschulen und den Förderschulen Lernen wurden unterschiedliche Klassenstufen einbezogen wurden, da Schülerinnen und Schüler an Förderschule Lernen in der Regel einen Leistungsrückstand von zwei Schuljahren aufweisen (Grünke 2004, 66; Lauth & Schlottke 2005, 329). Somit wurden an Haupt- und Gesamtschulen fünfte Klassen für die Teilnahme an der Untersuchung einbezogen und an Förderschulen Lernen Schülerinnen und Schüler aus dem 7. Schuljahr.

Zu Beginn des Schuljahres 2009/10 wurden in allen 35 teilnehmenden Klassen der Vortest Mathematik sowie der CFT 20-R (Weiß 2006) durchgeführt und die Lehrpersonen beantworteten einen Lehrerfragebogen, in dem sie z. B. die Sprachkenntnisse der Schülerinnen und Schüler einschätzten.

		Hauptschule	**Gesamtschule**	**Förderschule Lernen**	**Gesamt**
Anzahl Schulen		9	3	7	19
Anzahl Klassen		16	9	10	35
Anzahl Schülerinnen/ Schüler		244	195	100	539
Mädchen/ Jungen		109/ 135	94/ 101	53/ 47	256/ 283
Sonder-pädagogischer Förderbedarf	Lernen	11	-	100	111
	soziale und emotionale Entwicklung	8	-	-	8
	kein Förderbedarf	225	195	-	420
Diagnostizierte Dyskalkulie		19	-	-	19
Alter M (SD)		11,3 (0,71)	10,9 (0,59)	13,3 (0,8)	11,5 (1,09)
Familien-sprache	Deutsch	165 (67,62%	105 (53,85%)	68 (68%)	338 (62,71%)
	Türkisch	50 (20,49%	56 (28,72%)	13 (13%)	119 (22,08%)
	Andere	27 (11,07%	32 (16,41%)	16 (16%)	75 (13,91%)
	Fehlend	2 (0,82%	2 (1,03%)	3 (3%)	7 (1,3%)

Tabelle 1: Übersicht zur Zusammensetzung der Ausgangsstichprobe

	Hauptschule	Gesamtschule	Förderschule Lernen	Gesamt
N	244	195	100	539
Vortest Mathe M (SD)	29,16 (10,98)	34,80 (10,92)	20,87 (11,77)	29,66 (12,12)
IQ M (SD)	87,02 (11,03)	92,13 (11,28)	74,39 (10,63)	86,53 (12,67)

Tabelle 2: Übersicht zu den Ergebnissen der Ausgangsstichprobe im Vortest Mathematik sowie im CFT 20-R

Auswahl und Definition der Untersuchungsstichprobe

Aus der Ausgangsstichprobe von N=539 wurde im nächsten Schritt die Untersuchungsstichprobe der schwachen Rechnerinnen und Rechner gebildet. Als schwache Rechnerinnen und Rechner wurden dabei die Schülerinnen und Schüler bezeichnet, die im Vortest Mathematik unterdurchschnittliche Leistungen zeigten. Hierzu wurde ein Grenzwert im Vortest Mathematik festgelegt. Dabei galt es zu berücksichtigen, dass in die Ausgangsstichprobe überwiegend Schülerinnen und Schüler mit schwachen Schulleistungen aufgenommen worden sind (Hauptschule, Förderschule Lernen) und die Ergebnisse der Ausgangsstichprobe deshalb nach unten verzerrt sind. Da angenommen werden kann, dass die Klassen der Gesamtschulen das gesamte nicht-gymnasiale Leistungsspektrum gut repräsentieren, wurde der Mittelwert der Gesamtschulklassen und nicht der Mittelwert der gesamten Ausgangsstichprobe zur Definition des Grenzwertes verwendet. Als schwache Rechnerinnen und Rechner wurden somit alle Schülerinnen und Schüler bezeichnet, deren Leistung im Vortest Mathematik eine Standardabweichung unter dem Mittelwert der Gesamtschülerinnen und -schüler lag, und zwar unter Berücksichtigung des gerundeten Standardfehlers (SE=1). Das heißt, es wurden für die Untersuchungsstichprobe alle Schülerinnen und Schüler ausgewählt, die im Vortest Mathematik weniger als 26 Punkte erreichten.

Ein weiteres Auswahlkriterium stellte der IQ dar. In die Untersuchungsstichprobe wurden auch Schülerinnen und Schüler mit Lernbehinderungen einbezogen, da in der Fachliteratur kritisch diskutiert wird, ob sich die Schwierigkeiten beim Mathematiklernen bei Schülerinnen und Schülern mit hohem oder niedrigem IQ unterscheiden. In der Regel wird ein IQ Wert bei Lernbehinderung angenommen, der eine Standardabweichung unter dem Mittelwert liegt, also zwischen 85 und 70 IQ Punkten (Biermann & Goetze 2005, 202). Unter Berücksichtigung des Vertrauensintervalls, der im CFT 20-R mit 8 IQ Punkten für den ersten Testteil angegeben wird, wurden diejenigen Schülerinnen und Schüler in die Untersuchungsstichprobe einbezogen, die mehr als 61 IQ Punkte im Test erreichten. Darüber hinaus wurden nur die Schülerinnen und Schüler ausgewählt, denen die Lehrpersonen ausreichende Deutschkenntnisse bestätigten, um Sprachverständnisprobleme bei der Durchführung der Intervention zu vermeiden.

Die Untersuchungsstichprobe (N=144) wurde im nächsten Schritt in drei Gruppen aufgeteilt: *Kleingruppenförderung* (N=52), *Teilweise klassenintegrierte Förderung* (N=47) und Kontrollgruppe (N=45). Schwache Rechnerinnen und Rechner aus derselben Klasse wurden per Zufall einer der drei Gruppen zugewiesen.

Es kann angenommen werden, dass die Merkmale IQ, Alter und Geschlecht einen Einfluss auf die abhängige Variable Mathematikleistung haben können. Zur Erhöhung der internen Validität der Untersuchung bedurfte es deshalb einer Kontrolle dieser Variablen (Bortz & Döring 2006, 524). Ihr Einfluss wird dann irrelevant, wenn sie in allen drei Gruppen ähnlich ausgeprägt sind (Bortz & Döring 2006, 526). Mittels einer Varianzanalyse (ANOVA; vgl. Abschnitt 5.6) wurde die Vergleichbarkeit der drei Gruppen hinsichtlich der Merkmale Mathematikleistung im Vortest (F [2,143] = .67, $p > .05$), IQ (F [2,143] = .25, $p > .05$) und Alter (F [2,143] = .94, $p > .05$) geprüft. Die Ergebnisse der ANOVA zeigten, dass sich die Gruppen im Hinblick auf die aufgeführten Merkmale im Mittelwert nicht signifikant voneinander unterscheiden. Auch das Verhältnis von Mädchen und Jungen war in den drei Gruppen vergleichbar.

Durch Schulwechsel, Umzüge und Klassenzusammenlegungen reduzierte sich die Stichprobe bis zum Mathematik Nachtest 2 auf 123 Schülerinnen und Schüler. Eine ANOVA zeigte, dass die Vergleichbarkeit der drei Gruppen nach wie vor hinsichtlich der Merkmale Leistungen im Vortest Mathematik (F [2,122] = 1.51, $p >.05$), IQ (F [2,122] = 1.23, $p > .05$) und Alter (F [2, 122] = 1.34, $p > .05$) gegeben war. Die Verteilung von Jungen und Mädchen auf die Gruppen war ebenfalls vergleichbar.

	KG[1]	**TK[2]**	**KO[3]**	**Gesamt**
N	47	36	40	123
Vortest Mathe M (SD) **Vortest Mathe Minimum – Maximum**	16,57 (5,29) 2-25	18,11 (4,5) 8-25	16,00 (6,35) 1-24	16,84 (5,48) 1-25
IQ M (SD) **IQ Minimum – Maximum**	81,77 (10,87) 64-110	79,58 (10,32) 63-100	83,30 (9,7) 66-103	81,63 (10,36) 63-110
Alter Jahre (SD)	12 (1,07)	11,7 (1,05)	11,6 (1,17)	11,8 (1,1)

Geschlecht w/m		28/19	24/12	27/13	79/44
Schulform	Hauptschule	21 (14/7)	18 (12/6)	19 (12/7)	58 (38/20)
	Gesamtschule	9 (4/5)	7 (5/2)	10 (8/2)	26 (17/9)
	Förderschule	17 (10/7)	11 (7/4)	11 (7/4)	39 (24/15)
Förderbedarf Lernen nein/ja		30/17	20/16	29/11	79/44
Dyskalkulie nein/ja		45/2	36/0	37/3	118/5
Familien-sprache	deutsch	33	21	27	81
	türkisch	11	8	7	26
	andere	3	7	6	16

Tabelle 3: Beschreibung der Stichprobe für die Hypothesenprüfung
[1]KG = *Kleingruppenförderung*
[2]TK = *Teilweise klassenintegrierte Förderung*
[3]KO = Kontrollgruppe

Fördergruppen an…	KG	TK	KO	Gesamt
Gesamtschulen	2	3	3	8
Hauptschulen	5	4	5	14
Förderschulen	3	2	4	9

Tabelle 4: Verteilung der Gruppen auf die Schulformen

Insgesamt wurden elf Fördergruppen der *Kleingruppenförderung* in zehn Klassen realisiert, während die *Teilweise klassenintegrierte Förderung* mit zehn Fördergruppen in neun Klassen realisiert wurde und aus 14 Klassen Schülerinnen und Schüler für die Kontrollgruppe ausgewählt wurden.

1.3.Messinstrumente

1.3.1. **Mathematiktest**

Für die vorliegende Untersuchung wurde ein schriftlicher, standardisierter Gruppentest benötigt, mit dem zu Beginn des Schuljahres aus der Ausgangsstichprobe die Stichprobe der Schülerinnen und Schüler mit deutlich unterdurchschnittlichen Mathematikleistungen gezogen werden konnte. Darüber hinaus musste der Test zudem zur Feststellung der Lernfortschritte der Schülerinnen und Schüler über ein Schuljahr hinweg geeignet sein. Eine Analyse von Schulleistungstests für das Fach Mathematik zeigte, dass zum Zeitpunkt der Untersuchung kein standardisierter Mathematiktest zur Verfügung stand, der diese Anforderung erfüllte. Vor diesem Hintergrund wurde für die Untersuchung ein Mathematiktest entwickelt.

Die Entwicklung des Tests erfolgte ausgehend vom Konstrukt des mathematischen Basisstoffs. Um die Schülerinnen und Schüler mit deutlich unterdurchschnittlichen Mathematikleistungen aus der Ausgangsstichprobe bestimmen zu können, musste der Test das gesamte Leistungsspektrum erfassen und im unteren Leistungsspektrum gut differenzieren.

Für die Testentwicklung konnte auf den Mathematiktest aus dem Schweizer Nationalfonds Projekt „Lehr- und Lernstörungen Mathematik. Theoretische Klärungen und empirische Studien an betroffenen Schülerinnen und Schülern" (SNF-Nr. 1114-064885.01; vgl. Moser Opitz 2007) zurückgegriffen werden. Der Mathematiktest wurde in der Schweizer Untersuchung zur Erfassung von Schülerinnen und Schülern mit unterdurchschnittlichen Mathematikleistungen in Klasse 5 eingesetzt und überprüft in erster Linie den Lehrstoff des 4. Schuljahres und zwar mit Blick auf den mathematischen Basisstoff. Das bedeutet, dass auch Lernziele aus dem 2. und 3. Schuljahr überprüft wurden. Um das gesamte Leistungsspektrum abzudecken wurden auch einige Aufgaben aus dem Lernstoff des fünften Schuljahres aufgenommen (ebd., 149). Die Testgütemerkmale entsprachen den Anforderungen (ebd., 151ff).

Mit dem Test aus der Schweizer Untersuchung stand für die Entwicklung eines Mathematiktests für die vorliegende Untersuchung eine Auswahl bereits erprobter Testaufgaben zur Verfügung. Die Aufgaben aus dem Schweizer Test wurden für den Mathematiktest der vorliegenden Untersuchung unter Berücksichtigung der empirischen Ergebnisse, der theoretischen Analysen und sowie den nordrhein-westfälischen Richtlinien für den Mathematikunterricht an Grundschulen (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen 2008) angepasst. Zudem wurden einige Aufgaben aus einem Einzeltest Mathematik der Schweizer Untersuchung (Moser Opitz 2007, 159ff) übernommen, die sich als besonders geeignet erwiesen haben, den mathematischen Basisstoff zu überprüfen. Bei den Aufgabentypen wurde darauf geachtet, dass sie den Schülerinnen und Schülern vertraut bzw. leicht verständlich sind. Zudem wurden die Aufgaben so gewählt, dass sie - soweit es im Rahmen eines Gruppentests im paper-pencil-Format möglich ist – auch das konzeptuelle Verständnis der Schülerinnen und Schüler erfassten. Um die Inhaltsvalidität bestmöglich zu gewährleisten, wurden die Aufgaben in der Forschungsgruppe mit drei Fachdidaktikerinnen und –fachdidaktikern intensiv diskutiert. Es wurde je eine Testversion für den Vortest und eine um einige Aufgaben erweiterte Version für die Nachtests entwickelt. Sowohl für den Vortest als auch für die Nachtests wurden je zwei (Pseudo-) Parallelformen erstellt. Die Konstruktion der (Pseudo-)Parallelformen wurde vorgenommen, indem die

Zahlenwerte bei ausgewählten Aufgaben (Kopfrechnen, Finde Rechnungen, Mal- und Geteiltaufgaben, Malaufgaben am Punktefeld, Zählen, Division (auch mit Rest), Zahlen aufschreiben, Addition, Subtraktion, Fußballbilder; vgl. Tabelle 11) strukturgleich verändert wurden, z. B. +10 oder +100. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Veränderungen keinen Einfluss auf die Schwierigkeit der Aufgaben haben. Zusätzlich wurde die Aufgabenreihenfolge in den Parallelformen leicht variiert, wobei beide Testformen mit tendenziell leichten Aufgaben beginnen und mit tendenziell schweren Aufgaben enden. Eine Übersicht mit der endgültigen Aufgabenauswahl befindet sich in Tabelle 6.

Testvalidierung

Zu Beginn der Erprobungsphase des Klassentests Mathematik wurde eine erste Version mit insgesamt 143 Schülerinnen und Schülern an zwei Hauptschulen, einer Gesamtschule und einer Förderschule Lernen erprobt. Die Auswertung der Ergebnisse gab Hinweise für notwendige Änderungen. Im Anschluss daran erfolgte eine größer angelegte Erprobung des Vor- und Nachtests Mathematik.

Der Vortest Mathematik wurde in der vorliegenden Untersuchung zu Beginn des fünften Schuljahres an Haupt- und Gesamtschulen bzw. zu Beginn des siebten Schuljahres an Förderschulen Lernen eingesetzt, der Nachtest Mathematik in der Mitte des Schuljahres bzw. am Ende. Die Erprobung des Vortests Mathematik fand zum Schuljahresende an Grundschulen im vierten Schuljahr (N=237) und an Förderschulen Lernen im sechsten Schuljahr (N=52) in Dortmund und der näheren Umgebung statt. Der Nachtest Mathematik wurde zum Schuljahresende in fünften Klassen an Haupt- und Gesamtschulen (N=123; N=191) sowie in siebten Klassen an Förderschulen Lernen (N=54) in Dortmund und der näheren Umgebung erprobt. Der Erprobungszeitraum des Nachtests Mathematik entsprach damit dem dritten Testzeitpunkt, zu dem der Mathematiktest im Rahmen der vorliegenden Untersuchung eingesetzt wurde. Die Durchführung der Tests wurde von geschulten Testleiterinnen und Testleitern vorgenommen. Dies waren Studentinnen und Studenten des höheren Fachsemesters für das Lehramt für Sonderpädagogik.

Testgütemerkmale

Die Aufgaben des Vor- und Nachtests Mathematik wurden hinsichtlich Schwierigkeitsgrad, Trennschärfe und innerer Konsistenz analysiert und auf Grundlage der Ergebnisse angepasst. Eine statistische Überprüfung zeigte zudem, dass sich die entwickelten (Pseudo-) Parallelformen des Vor- und Nachtests nicht signifikant voneinander unterscheiden. Die

Endversion beider Tests entsprach den Anforderungen an die Testgütemerkmale, wie die folgende Tabelle 10 zeigt.

	Vortest Mathematik			**Nachtest Mathematik**		
	Form A	Form B	Gesamt	Form A	Form B	Gesamt
Schwierigkeit	.33 - .95	.25 - .93	.29 - .94	.17 - .94	.23 - .93	.19 - 94
Trenn-schärfe			.23 - .69			.20 - .67
Cronbach`s Alpha			.97			.93

Tabelle 5: Testgütemerkmale in Vor- und Nachtest Mathematik

Wie bereits oben erläutert, sollte der Klassentest Mathematik zum einen das gesamte Leistungsspektrum erfassen und zum anderen im unteren Leistungsspektrum gut differenzieren. Die Itemschwierigkeit (d.h. Lösungshäufigkeit) streut im Vortest von .29 - .94 und im Nachtest von .19 - .93. Damit wird der für die Itemschwierigkeit von Lienert und Raatz (1994, 115) angegebene Höchstwert von .8 von einigen Items im Test überschritten. Dies wurde in Kauf genommen, weil der Test eine Anzahl einfacher Aufgaben enthalten sollte, die auch von Schülerinnen und Schülern mit schwachen Mathematikleistungen gelöst werden konnten. Die Trennschärfe gibt an, wie gut aufgrund der Beantwortung eines einzelnen Items das gesamte Testergebnis vorhersagbar ist (Bortz & Döring 2006, 219). Für die Trennschärfe sind positive Werte im Bereich von 0,3 bis 0,5 mittelmäßig und Werte größer als 0,5 hoch (ebd., 220). Sowohl die Trennschärfen der beiden Testformen des Vortests als auch des Nachtests Mathematik zeigen weitgehend vergleichbare Werte. Im Vortest streut die Trennschärfe von .23- .69 und im Nachtest von .20 -.67. Dabei sind es nur wenige Items, die die Anforderungen an die Trennschärfe nicht erfüllen. Hierbei ist zu beachten, dass die Trennschärfe eines Items von der Itemschwierigkeit abhängig ist: „Je extremer die Schwierigkeit, desto geringer die Trennschärfe." (Bortz und Döring 2006, 220). Wie oben bereits erläutert, sollte der Klassentest Mathematik das gesamte Leistungsspektrum erfassen und musste deshalb auch ausreichend leichte und schwierige Aufgaben enthalten. Bei einigen Aufgaben mussten deshalb Trennschärfeeinbußen in Kauf genommen werden.

Die Aufgabe 15a) 5 · 6 zeigte eine geringe Trennschärfe und wurde von den meisten Schülerinnen und Schülern richtig gelöst. Sie wurde dennoch nicht aus dem Test herausgenommen, da sie den Schülerinnen und Schülern als Eisbrecheraufgabe (Lienert &

Raatz 1994, 115) für die Stufenmultiplikation dienen sollte. Diese Aufgabe wurde aber nicht auf den Testrohwert angerechnet.

Die interne Konsistenz beider Testversionen zeigt sich mit einem Wert über 0,9 als hoch (Bortz & Döring 2006, 199) und genügt damit den Anforderungen.

Anpassungen für den Nachtest Mathematik 1 und 2

Der entwickelte Mathematiktest wurde sowohl als Vortest (t_1) für die Bestimmung der Untersuchungsstichprobe aus der Ausgangsstichprobe eingesetzt als auch als Nachtest (t_2, t_3) zur Bestimmung der Lernfortschritte. Der Nachtest Mathematik wurde im Vergleich zum Vortest Mathematik um zwei Aufgabenstellungen erweitert (vgl. Tabelle 11):

1) Zahlenstrahl: Während im Vortest ein Zahlenstrahl von 0-1.000 und ein Zahlenstrahl von 0-100.000 gegeben sind, wurde im Nachtest ein Zahlenstrahl von 0-1.000.000 ergänzt, um auch den Zahlenraum bis zur Million zu berücksichtigen. Ergänzend ist zu erwähnen, dass der Zahlenstrahl aus dem Vortest von 0-1.000 im Nachtest durch einen Zahlenstrahl von 100-1.000 ersetzt wurde, um die Schwierigkeit der Aufgabe zu erhöhen.

2) Flexibles Bündeln: Der Nachtest wurde um eine Aufgabe ergänzt, in der bei zwei der vorgegebenen Stellenwerten das Bündelungsprinzip angewendet werden musste, während der Vortest nur eine Aufgabe enthält, in der bei einem der vorgegebenen Stellenwerte das Bündelungsprinzip angewendet werden musste.

Thema	**Aufgaben**	
Kopfrechnen		
	Testversion A	**Testversion B**
1a)	27+48	37+48
1b)	83-34	93-34
1c)	95-59	85-59
1d)	1€ 95Cent + 2€ 34Cent	1€ 95Cent + 2€ 42Cent
1e)	3€ 80Cent – 1€ 65cent	4€ 80Cent – 1€ 65Cent
Finde Rechnungen		
	Testversion A	**Testversion B**
2a)	75 = ___ + ___	85 = ___ + ___
2b)	75 = ___ + 1 + ___	85 = ___ + 1 + ___
2c)	75 = ___ + ___ + ___ + ___	85 = ___ + ___ + ___ + ___
2d)	359 = ___ + 10 + ___	357 = ___ + 10 + ___
2e)	359 = ___ + ___ + ___ + ___	357 = ___ + ___ + ___ + ___

Proportionalität

3a)	$5 \cdot 50$Cent
3b)	$15 \cdot 50$Cent

Zahlenstrahl

VT 4a)*	0-1000 (860 markieren)
VT 4b)	0-100000 (35000 und 80000 markieren)

	Nachtest 1	Nachtest 2
NT 4a)**	100-1000 (860 markieren)	100-1000 (760 markieren)
NT 4b)**	0-100000 (40000 und 85000 markieren)	0-100000 (35000 und 80000 markieren)
NT 4c)**	0-1000000 (350000 und 800000 markieren)	0-1000000 (400000 und 850000 markieren)

Mal 2/ Durch 2

5a)	$2 \cdot 19$
5b)	$2 \cdot 209$
5c)	$2 \cdot 506$
5d)	24:2
5e)	280:2
5f)	360:2

Malaufgaben am Punktefeld

6a)	Malaufgabe zum 18er Punktefeld finden
6b)	Malaufgabe zum 20er Punktefeld finden

Mal- und Geteiltaufgaben

	Testversion A	Testversion B
7a)	$3 \cdot 7 = 21$ Passende Geteiltaufgabe finden	$3 \cdot 6 = 18$ Passende Geteiltaufgabe finden
7b)	32:8 = 4 Passende Malaufgabe finden	35:7 = 5 Passende Malaufgabe finden

Ergänzen

8a)	37+____ = 50
8b)	125+____ = 300
8c)	2640+____ = 4000

Zählen

	Testversion A	Testversion B
9a)	2er Schritte von 4695 an	2er Schritte von 4595 an
9b)	10er Schritte rückwärts von 18730 an	10er Schritte rückwärts von 19730 an
9c)	100er Schritte rückwärts von 30354 an	100er Schritte rückwärts von 20356 an

Geld zählen

10)	1H, 4Z, 13E

Zahlen aufschreiben

	Testversion A	Testversion B
11a)	1T, 5H, 3E	1T, 3H, 4E
11b)	3H, 13Z, 5E	2H, 13Z, 4E
11c)**	1T, 15H, 2Z, 12E	1T, 14H, 2Z, 13E

Textaufgaben

12a)	Zuordnung Textaufgabe & passende Rechnung (42-7)
12b)	Zuordnung Textaufgabe & passende Rechnung (42+7)
12c)	Zuordnung Textaufgabe & passende Rechnung (42:7/ 7*6)

Schriftliche Addition

	Testversion A	Testversion B
13)	3896+1227+509	4896+1227+409

Schriftliche Subtraktion

	Testversion A	Testversion B
14)	8002-4674	9002-4674

Multiplikation und Division

15a)	5·6 (nicht in die Wertung einbezogen)
15b)	500·60
15c)	50·60
15d)	5·600
15e)	35:5
15f)	350:50
15g)	350:5
15h)	3500:500
15i)	26:5
15k)	60:9

Textaufgabe

16a)	Text 210:7, Rechnung
16a)	Text 210:7, Ergebnis
16b)	Text 210·4, Rechnung
16b)	Text 210·4, Ergebnis

Große Zahlen

17a)	10000-1
17b)	10000-10
17c)	100000-100
17d)	100000-1000

Größen

18a)	Gleiche Angaben finden (13cm/ 1m30cm/ 130cm/ 1,03cm/ 1,3m)
18b)	Gleiche Angaben finden (4,3kg/ 430g/ 4300g/ 4kg300g/ 43g)

Thema	Aufgaben	
Vergleichsaufgabe		
	Testversion A	**Testversion B**
19)	Text 40+60+50, Rechnung	Text 30+50+40, Rechnung
19)	Text 40+60+50, Ergebnis	Text 30+50+40, Ergebnis

* Aufgabe ist nur im Vortest Mathematik enthalten.
** Aufgabe ist nur im Nachtest Mathematik enthalten.

Tabelle 6: Übersicht Testaufgaben Vor- und Nachtest Mathematik

Maßnahmen zur Vermeidung von Testwiederholungseffekten

Die für den Vortest entwickelten (Pseudo-) Parallelformen wurden in den Nachtests Mathematik 1 und 2 genutzt, um Testwiederholungseffekte zu vermeiden. Schülerinnen und Schüler, die im Vortest Mathematik Testform A (B) bearbeitet haben, erhielten im Nachtest Mathematik 1 Testform BI (AI) und im Nachtest Mathematik 2 AII (BII). Ergänzend ist zu erwähnen, dass im Nachtest Mathematik 1 der Kontext bei den Textaufgaben verändert wurde. Im Vortest und Nachtest Mathematik 2 geht es bei der Textaufgabe 16) um die Futtermenge für ein ausgewachsenes Gorilla-Männchen, im Nachtest Mathematik 1 geht es anstatt dessen um die Menge an Kraftfutter für alle Tiere im Zoo. Bei der Textaufgabe 19) geht es im Vortest und Nachtest Mathematik 2 um Fußballbilder, während es im Nachtest Mathematik 1 Aufkleber sind. Diese marginalen Veränderungen sollten Testwiederholungseffekten entgegen wirken.

Bewertung der Testaufgaben

Alle Aufgaben, außer die Textaufgaben Gorilla und Fußballbilder, wurden mit richtig (1 Punkt) oder falsch (0 Punkte) bewertet. Bei den beiden Textaufgaben, Gorilla und Fußballbilder, wurden der Rechenweg und das Ergebnis jeweils separat mit richtig/ falsch bewertet. Im Vortest Mathematik konnten die Schülerinnen und Schüler maximal 60 Punkte erreichen, in den Nachtests Mathematik 1 und 2 konnten die Schülerinnen und Schüler jeweils maximal 63 Punkte erreichen.

1.3.2. **Intelligenztest**

CFT 20-R

Für die vorliegende Untersuchung wurde ein Intelligenztest benötigt, der ökonomisch durchzuführen ist zudem relativ frei ist von soziokulturellen und sprachlichen Einflüssen. Zudem durfte der Intelligenztest keine Überschneidung mit dem in der Untersuchung eingesetzten Mathematiktest aufzeigen. Diese Anforderungen werden vom „Culture Fair Test 20-R“ (CFT 20-R; Weiß, 2006) erfüllt. Der CFT 20-R ist ein sprachfreier Intelligenztest, der mit figuralen, anschaulichen Denkaufgaben wesentliche Teile der Grundintelligenz im Sinne der general fluid ability nach Cattell erfasst (vgl. Weiß 2006, 30). Der Test besteht aus einer Form mit zwei Testteilen. Jeder Testteil umfasst folgende Subtests: Reihenfortsetzen, Klassifikationen, Matrize und Topologien. Die Subtests bestehen aus sprachfreien Einzelaufgaben, die in zeichnerischer Form dargestellt und der Schwierigkeit nach geordnet sind. Der Test kann in Kurzform (1. Testteil) oder Langform (beide Testteile) durchgeführt wurden. Eine Durchführung der Langform führt zwar zu einer Erhöhung der Reliabilität und Validität des Tests (ebd., 13), doch zugunsten der Testökonomie wurde in der vorliegenden Untersuchung die Kurzform (ca. 60 Minuten) durchgeführt. Weiß (ebd., 14) empfiehlt die Durchführung des Tests mit Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund, niedrigem sozio-ökonomischen Status sowie Schülerinnen und Schülern an Förderschulen mit Testzeitverlängerung umzusetzen. Dieser Hinweis wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung entsprechend berücksichtigt. Die Reliabilität und Validität des Tests genügen den Anforderungen (vgl. Weiß 2006, S.16f).

Die Durchführung der Mathematiktests sowie des Intelligenztests wurde von geschulten Testleiterinnen und Testleitern vorgenommen. Dies waren Studentinnen und Studenten des höheren Fachsemesters für das Lehramt für Sonderpädagogik.

1.3.3. **Weitere erhobene Daten**

Die Lehrpersonen erhielten einen Fragebogen, mit dem folgende Daten zu den Schülerinnen und Schülern erfasst wurden: Geburtsdatum, von einer Fachinstanz festgestellter sonderpädagogischer Förderbedarf oder Dyskalkulie, Nationalität, zweite Nationalität, Familiensprache, zweite Familiensprache sowie eine Einschätzung der Deutschkenntnisse im Sprechen und Verstehen der Sprache (siehe „Organisatorisches“ im Anhang). Die Studentinnen und Studenten, die die Förderung durchführten, fertigten nach jeder Fördereinheit ein Stundenprotokoll an. Zudem wurden die Förderstunden einiger Interventionsgruppen mit Video aufgezeichnet. Diese Maßnahmen dienten der

Implementationskontrolle und sollten einen qualitativen Einblick in die Förderstunden ermöglichen. Auf eine differenzierte Auswertung dieser Daten wird verzichtet, da dies den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen würde.

1.3.4. **Zielsetzung und Rahmenbedingungen**

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es zu untersuchen, ob eine auf das konzeptuelle Verständnis ausgerichtete Intervention zu ausgewählten Inhalten des mathematischen Basisstoffs für rechenschwache Schülerinnen und Schüler in Klasse 5 an Haupt- und Gesamtschulen sowie in Klasse 7 an Förderschulen Lernen zu einer Verbesserung der Mathematikleistung führt. Ausführungen in Kapitel 2 haben gezeigt, dass ein inhaltlich tragfähiges Verständnis des mathematischen Basisstoffs auf dem Verständnis des Dezimalsystems und der Grundoperationen fußen muss. Zur Erarbeitung dieses konzeptuellen Verständnisses spielen Veranschaulichungen und Darstellungsmittel eine zentrale Rolle (vgl. Kapitel 3). Eine Förderung im mathematischen Basisstoff muss deshalb den Aufbau von tragfähigen inhaltlichen Vorstellungen und Darstellungen zu den natürlichen Zahlen und ihren Operationen fokussieren.

Die inhaltliche Ausgestaltung der Intervention war in der vorliegenden Untersuchung an die zur Verfügung stehenden finanziellen, personellen und materiellen Bedingungen gebunden. Insgesamt standen für die Durchführung der Intervention in den Interventionsgruppen 14 Wochen zur Verfügung. In diesem Zeitrahmen können nicht alle Aspekte des mathematischen Basisstoffs ausführlich erarbeitet werden. Aufgrund dessen erfolgte eine wohlbegründete, sorgfältige Auswahl und Schwerpunktsetzung.

Didaktische und methodische Aspekte, die sich in der Forschung als effektiv für die Förderung schwacher Rechnerinnen und Rechner erwiesen haben, wurden im Förderkonzept der vorliegenden Untersuchung kombiniert. Dies geschah unter Beachtung der Rahmenbedingungen. Die Förderung wurde von Lehramtsstudierenden höheren Fachsemesters mit Mathematik als Unterrichtsfach durchgeführt.

1.3.5. **Methodische Umsetzung: Die Interventionsformen**

Die gravierenden Lücken im Verständnis des mathematischen Basisstoffs rechenschwacher Schülerinnen und Schüler machen eine zusätzliche, spezielle Förderung notwendig, die über den regulären Mathematikunterricht hinausgeht. Für die Umsetzung einer spezifischen Förderung schwacher Rechnerinnen und Rechner wurden in der vorliegenden Untersuchung zwei Vorgehensweisen gewählt: zum einen eine Förderung im ausgegliederten

Förderunterricht Mathematik, die sog. *Kleingruppenförderung*. In diesem Rahmen erhielten die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe *Kleingruppenförderung* in einer Doppelstunde pro Woche von einer Lehrperson eine spezifische Förderung zum mathematischen Basisstoff. Die Ausführungen in Kapitel 3.2 haben gezeigt, dass schwache Rechnerinnen und Rechner auf eine besondere Begleitung durch die Lehrperson angewiesen sind. Es wurde davon ausgegangen, dass in der *Kleingruppenförderung* eine sorgfältige, gemeinsame Erarbeitung der Inhalte umgesetzt werden kann, wobei es der Lehrperson möglich ist, auf die Schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler einzugehen, mögliche Fehlvorstellungen aufzudecken und individuelle Rückmeldung zu den Leistungen zu geben.

Es muss aber in Frage gestellt werden, ob die Kapazitäten für eine Förderung schwacher Rechnerinnen und Rechner in einer kleinen Lerngruppe im Förderunterricht im Schulalltag immer gegeben sind. Deshalb wurde zum anderen in der vorliegenden Interventionsstudie eine Förderform geplant, durchgeführt und evaluiert, in der die Begleitung durch die Lehrperson teilweise ersetzt wurde durch selbstständiges Lernen im Klassenunterricht Mathematik, die sog. *Teilweise klassenintegrierte Förderung*. Im Rahmen dieser Interventionsform wurden die Schülerinnen und Schüler eine Schulstunde pro Woche von einer Lehrperson begleitet und arbeiteten zwei Schulstunden selbständig im Klassenunterricht Mathematik am Fördermaterial zum mathematischen Basisstoff. Hierbei wurde angenommen, dass die Lehrperson in der Förderstunde zwar auch individuell auf die Schülerinnen und Schüler eingehen kann, aber aufgrund der zeitlichen Begrenzung nur in geringerem Umfang als es in der *Kleingruppenförderung* möglich ist. Die Förderstunde kann vor allem dazu genutzt werden, die Schülerinnen und Schüler in die Veranschaulichungen und Arbeitsmaterialien des jeweiligen Inhaltsbereichs einzuführen. Da davon ausgegangen wird, dass das selbständige Arbeiten im Klassenunterricht weniger fokussiert und konzentriert stattfindet, erhielten die Schülerinnen und Schüler 90 Minuten für das selbständige Arbeiten.

Im Folgenden wird die Gestaltung der spezifischen Förderung in den beiden Interventionsformen näher beschrieben.

Organisatorische Rahmenbedingungen
- Interventionsdauer: 14 Wochen
- 3-6 Schülerinnen und Schüler pro Fördergruppe
- Förderung durch spezifisch ausgebildete Studierende im höheren Lehramtssemester mit Unterrichtsfach Mathematik

Kleingruppenförderung	*Teilweise klassenintegrierte Förderung*
- eine Doppelstunde (90 Minuten) Förderung pro Woche - Verlauf der Doppelstunde: 1. Aufwärmen (Automatisierung) 2. Besprechen der Wochenaufgabe 3. Erarbeitung und Vertiefung neuer Inhalte 4. Abschluss: Spiel 5. Wochenaufgabe („Hausaufga be“)	- eine Schulstunde (45 Minuten) Förderung und zwei Schulstunden selbständiges Arbeiten im Klassenunterricht pro Woche - Verlauf der Werkstatteinheiten: 1. Erkunden: Selbsttest 2. Ordnen: Einschätzung der eigenen Leistung und Auswahl der Förderaufgaben 3. Vertiefung: Selbständige Bearbeitung der Aufgaben 4. Endcheck: Überprüfung der Fortschritte

Tabelle 7: Übersicht Interventionsformen

Kleingruppenförderung

Die Schülerinnen und Schüler erhielten in der *Kleingruppenförderung* über 14 Wochen hinweg eine Förderung in zentralen Elementen der Grundschulmathematik. Pro Kleingruppe nahmen 3-5 Schülerinnen und Schüler an der Förderung teil, die einmal in der Woche eine Doppelstunde (90 Minuten) stattfand. Die Doppelstunden folgten immer demselben Aufbau (in Anlehnung an Woodward & Brown 2006; vgl. Abschnitt 3.2.1): Eingangs gab es eine warm-up-Phase, in der z. B. das Zerlegen von Zahlen oder das Zählen in Schritten geübt wurde. Im Anschluss daran wurde die sog. Wochenaufgabe besprochen. Die Wochenaufgabe stellte eine Art Hausaufgabe dar und wurde den Schülerinnen und Schülern am Ende jeder Doppelstunde gegeben. In der folgenden Stunde diente das Besprechen der Wochenaufgabe der Auffrischung der behandelten Inhalte. Im Anschluss an das Besprechen der Wochenaufgabe erfolgte die Erarbeitung und Vertiefung neuer Inhalte. Die Doppelstunde endete jeweils mit einem gemeinsamen Spiel, z. B. Zahlenrätsel oder Würfelspiele zum Dezimalsystem.

Teilweise klassenintegrierte Förderung

Für die partiell klassenintegrierte Förderung wurden zum einen Arbeitsmaterialien für die schwachen Rechnerinnen und Rechner einer Klasse zur Aufarbeitung der Lücken im mathematischen Basisstoff benötigt, zum anderen mussten auch für die übrigen Schülerinnen und Schüler der Klasse Materialien zur Aufarbeitung der Grundschularithmetik bereit gestellt werden. Hierfür konnte auf die *Rechenbausteine* (Prediger, Hußmann, Brauner et al. 2011) zurückgegriffen werden, die Teil des Lehrwerks *Mathewerkstatt 5* (Barzel, Prediger, Leuders, & Hußmann 2011) sind.

Die Rechenbausteine sind ein praxiserprobtes Konzept zur Wiederholung und Sicherung arithmetischen Basiswissens zu Beginn des fünften Schuljahres, in dessen Rahmen eine diagnosegeleitete, individuelle Förderung für Lernende mittlerer Leistungsstärken umgesetzt wird.

Um eine Vergleichbarkeit der beiden Interventionsformen sicherzustellen, wurden die Rechenbausteine für die schwachen Rechnerinnen und Rechner angepasst, indem die oben aufgeführten Kerninhalte zu zentralen Aspekten des mathematischen Basisstoffs gemäß dem methodischen Konzept der Rechenbausteine aufbereitet wurden. Damit arbeitete die gesamte Klasse methodisch sehr ähnlich, aber inhaltlich auf verschiedenen Niveaus.

Im Rahmen der Rechenwerkstatt arbeiteten 3-5 schwache Rechnerinnen und Rechner pro Klasse mit den Förderbausteinen, die in ihrer Struktur den Rechenbausteinen angepasst wurden, während die Mitschülerinnen und –schüler mit dem Standardwerk arbeiteten. Die Rechenbausteine folgen immer demselben Aufbau: Jeder Baustein beginnt mit einem *Erkunden*, das aus ausgewählten Diagnoseaufgaben zum Thema des jeweiligen Bausteins besteht. Anschließend werten die Schülerinnen und Schüler den Selbsttest aus, *ordnen* ihre Leistung ein und wählen Förderaufgaben aus. Diese werden im nächsten Schritt von den Schülerinnen und Schülern im Rahmen des *Vertiefens* selbständig bearbeitet. Jeder Baustein schließt mit einem *Endcheck*, in dem die Fortschritte der Schülerinnen und Schüler überprüft werden. An dieser Stelle sei bemerkt, dass die Schülerinnen und Schüler in den Rechenbausteinen ihre Lösungen zu den Aufgaben des Selbsttests mit Musterlösungen vergleichen und ihre Leistung auf dieser Grundlage einschätzen. In den Förderbausteinen für die schwachen Rechnerinnen und Rechner wurde auf den Vergleich mit Musterlösungen verzichtet und die Schülerinnen und Schüler schätzten stattdessen mit Unterstützung der Förderlehrperson ein, ob sie die Aufgaben gut lösen konnten oder noch Schwierigkeiten hatten. Dieses Vorgehen sollte die methodische Arbeit mit den angepassten Rechenbausteinen für die schwachen Rechnerinnen und Rechner erleichtern.

Für zwei Schulstunden pro Woche bearbeiteten die Schülerinnen und Schüler im Mathematikunterricht selbständig die sog. „Vertiefen-Aufgaben". In dieser Zeit stand ihnen die Mathematiklehrperson für Fragen zur Verfügung. Die Unterstützung durch die Lehrperson war für alle Schülerinnen und Schüler der Klasse bedeutsam, da zunächst die methodische

Arbeit mit den Rechenbausteinen erlernt werden musste (Prediger, Hußmann, Leuders et al. 2011, 22f). Die Rechenbausteine bieten klare Vorteile für Wiederholungsphasen, doch das Konzept zeigt Grenzen, wenn es um die Erarbeitung neuer Inhalte geht (ebd., 23f). Da die *SimBa* Förderung für die schwachen Rechnerinnen und Rechner mehr einer grundlegenden (Neu-)Erarbeitung zentraler Aspekte des mathematischen Basisstoffs entspricht als einer bloßen Wiederholung, erhielten sie zusätzlich zur klassenintegrierten Förderung eine Schulstunde pro Woche (45 Minuten) Unterstützung durch eine Förderlehrperson. In dieser Stunde wurden die Schülerinnen und Schüler jeweils in den nächsten Förderbaustein eingeführt, bearbeiteten den Eingangscheck, ordneten ihre Leistung ein und wählten die Vertiefen-Aufgaben aus. Falls der jeweilige Baustein die Arbeit mit (neuen) Veranschaulichungen oder Arbeitsmaterialien erforderte, wurden diese ebenfalls im Rahmen der Förderstunde gemeinsam erarbeitet.

Die Förderung in den beiden Interventionsgruppen *Kleingruppenförderung* und Rechenwerkstatt wurde ausgehend von den oben dargestellten Kerninhalten ausgestaltet. Es wurde darauf geachtet, dass die zu fördernden Inhalte und zentralen Lernhandlungen in demselben Umfang in beiden Interventionsgruppen umgesetzt wurden. Hierbei sei angemerkt: Während davon ausgegangen werden konnte, dass Fehler, wie z. B. fehlerhafte Mathematisierungen, im Rahmen der *Kleingruppenförderung* in einer Erarbeitungs- oder Reflexionsphase in der Gruppe gemeinsam reflektiert und diskutiert werden konnten, war hierfür in der Arbeit mit den Rechenbausteinen in dieser Form kaum Gelegenheit. Um den Schülerinnen und Schüler in der Arbeit mit der Rechenwerkstatt für die Auseinandersetzung mit Fehlern Raum zu geben, wurden in der Rechenbausteine mehr Arbeitsblätter mit Aufgaben, in denen Fehler gefunden werden mussten, eingearbeitet, als in der *Kleingruppenförderung* der Fall war.

1.4.Statistische Methoden

Varianzanalyse

Um die Vergleichbarkeit der drei Gruppen hinsichtlich der Merkmale Mathematikleistung im Vortest, IQ und Alter zu prüfen, wurde eine Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt (vgl. Abschnitt 5.2). Die Durchführung einer ANOVA ist an folgende Voraussetzungen gebunden (Field 2009, 359; 132ff; Bortz & Schuster 2010, 122; Stevens 2007, 73):

- es handelt sich um voneinander unabhängige Stichproben

- die Daten sind intervallskaliert
- Varianzhomogenität (Überprüfung dieser Voraussetzung kann mit Levene`s Test erfolgen)
- Die Merkmalsausprägung muss jeweils in den Gruppen normalverteilt sein (Überprüfung mit dem Kolmogorov-Smirnov Test), wobei in der Fachliteratur darauf hingewiesen wird, dass bei einer Stichprobengröße von $N \geq 30$ und einer vergleichbaren Zellenbesetzung die Normalverteilung angenommen werden kann.

Die oben stehenden Voraussetzungen für eine Varianzanalyse sind für die drei Gruppen der vorliegenden Untersuchung erfüllt.

Varianzanalyse mit Messwiederholungen

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, die Veränderungen in der Mathematikleistung über die Zeit zu erfassen und die Leistungsentwicklungen der drei Gruppen miteinander zu vergleichen. Für die statistische Auswertung dieses Untersuchungsdesigns stellt die einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen ein geeignetes Verfahren dar (Bortz & Schuster 2010, 285). Die Varianzanalyse mit Messwiederholungen ist an die Voraussetzung der Sphärizität geknüpft (Field 2009, 458f). Dies meint, dass in Varianzanalysen mit Messwiederholungen die Varianzen unter den einzelnen Faktorstufen homogen sein müssen (Field 2009, 459; Bortz & Schuster 2010, S.299f). Zur Überprüfung der Sphärizität wird üblicherweise Mauchly`s Test angewendet. Die Annahme der Sphärizität ist verletzt, wenn Mauchly`s Test ein signifikantes Resultat liefert (Field 2009, 460).

Für den Einzelvergleich zwischen den Gruppen ist es notwendig, im Anschluss an die Varianzanalyse mit Messwiederholungen den Post-hoc-Test Scheffé durchzuführen. Der Scheffé Test stellt ein robustes Verfahren dar und entscheidet tendenziell eher konservativ (Bortz & Schuster, 2010, S. 232).

Kovarianzanalyse mit Messwiederholungen

Die Gruppen waren vergleichbar im Hinblick auf die Leistung im Vortest Mathematik, den IQ, das Alter und die Geschlechterverteilung. Wie bereits oben beschrieben, erhöht die Kontrolle personengebundener Variablen die interne Validität der Untersuchung. Eine weitere Möglichkeit zur Kontrolle der Merkmale, die auf die abhängige Variable Einfluss nehmen können, stellt die Durchführung einer Kovarianzanalyse dar. Mit ihr wird der Einfluss einer Kontrollvariable aus der abhängigen Variable herauspartialisiert (Bortz & Döring 2006, 544). Die Gruppen sind hinsichtlich des IQ im Mittelwert vergleichbar, doch die IQ Werte streuen innerhalb der einzelnen Gruppen sehr breit (vgl. Tabelle 8). Vor diesem Hintergrund erscheint es notwendig, den Einfluss des IQ auf die Mathematikleistung zusätzlich mittels einer mehrfaktoriellen Kovarianzanalyse mit Messwiederholungen (Bortz & Schuster 2005, 381ff) herauszurechnen.

2. Ergebnisse

2.1. Hypothesenprüfung

In der vorliegenden Interventionsstudie wurde geprüft, ob eine Förderung im konzeptuellen Verständnis des mathematischen Basisstoffs für schwache Rechnerinnen und Rechner in Klasse 5 an Haupt- und Gesamtschulen sowie in Klasse 7 an Förderschulen Lernen zu einer Verbesserung der Mathematikleistung führt und ob die Interventionsform die Leistungsfortschritte der Schülerinnen und Schüler beeinflusst. Ausgehend von in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten theoretischen Grundlagen, werden folgende Hypothesen formuliert:

H_1: Schwache Rechnerinnen und Rechner, die eine spezifische Förderung zum konzeptuellen Verständnis des mathematischen Basisstoffs erhalten, machen im Verlauf eines Schuljahres größere Fortschritte in der Mathematikleistung als Kinder, die keine besondere Förderung erhalten.

H_2: Schwache Rechnerinnen und Rechner, die in einer Kleingruppe eine Förderung zum konzeptuellen Verständnis des mathematischen Basisstoffs erhalten, machen im Verlauf eines Schuljahres größere Fortschritte in der Mathematikleistung als Schülerinnen und Schüler, die eine Förderung erhalten, in der die Begleitung der Lehrperson teilweise ersetzt wird durch ein selbständiges Arbeiten im Mathematikunterricht.

Es wird von einer gerichteten Hypothese zugunsten der *Kleingruppenförderung* ausgegangen, da Forschungsergebnisse (vgl. Abschnitt 3.2) zeigen, dass schwache Rechnerinnen und Rechner beim Mathematiklernen besondere Unterstützung im Sinn von Anleitung benötigen. Eine intensive Begleitung der Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler kann im Rahmen der *Kleingruppenförderung* besser gewährleistet werden, denn die Lehrperson hat in diesem Rahmen die Möglichkeit, eine sorgfältige, gemeinsame Erarbeitung der Inhalte umzusetzen, auf die Schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler einzugehen, die Schülerinnen und Schüler beim Verbalisieren ihrer Lösungsideen und -strategien zu unterstützen, mögliche Fehlvorstellungen aufzudecken und eine individuelle Rückmeldung zu den Leistungen zu geben. In der teilweise klassenintegrierten Förderung können diese

Aspekte nur in geringerem Umfang umgesetzt werden, da die Schülerinnen und Schüler aufgrund des zeitlichen Rahmens weniger Begleitung durch die Lehrperson erfahren und vor allem selbständig arbeiten.

Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung: Mathematikleistung

Zur Überprüfung der Hypothesen wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholung (vgl. Abschnitt 5.6) mit anschließendem Scheffé Test (vgl. Abschnitt 5.5) durchgeführt. Eine Überprüfung der Daten zeigte, dass die Sphärizitäts-Voraussetzung (Field 2009, 458f) nicht verletzt und damit eine Durchführung der Varianzanalyse mit Messwiederholungen möglich war. Die Ergebnisse der Hypothesenprüfungen werden im Folgenden dargestellt:

Gruppe	**Mathematikleistung (M, SD)**		
	Vortest Mathe (max. Punktzahl 60)	Nachtest Mathe 1 (max. Punktzahl 63)	Nachtest Mathe 2 (max. Punktzahl 63)
	M (SD)	M (SD)	M (SD)
KG[1] (N=47)	16.57 (5.29)	24.55 (7.94)	27.19 (8.07)
TK[2] (N=36)	18.11 (4.5)	26.47 (7.24)	29.36 (6.69)
KO[3] (N=40)	16 (6.3)	22.65 (9.09)	24.68 (9.79)

[1] KG = *Kleingruppenförderung*
[2] TK = *Teilweise klassenintegrierte Förderung*
[3] KO = Kontrollgruppe

Tabelle 8: Leistungsfortschritte im Mathematikteset

	F	**P**	**η^2[1]**
Faktor Zeit	166,74[a]	$p < .05$	0.58
Faktor Zeit x Gruppe	.89[b]	$p > .05$	0.02

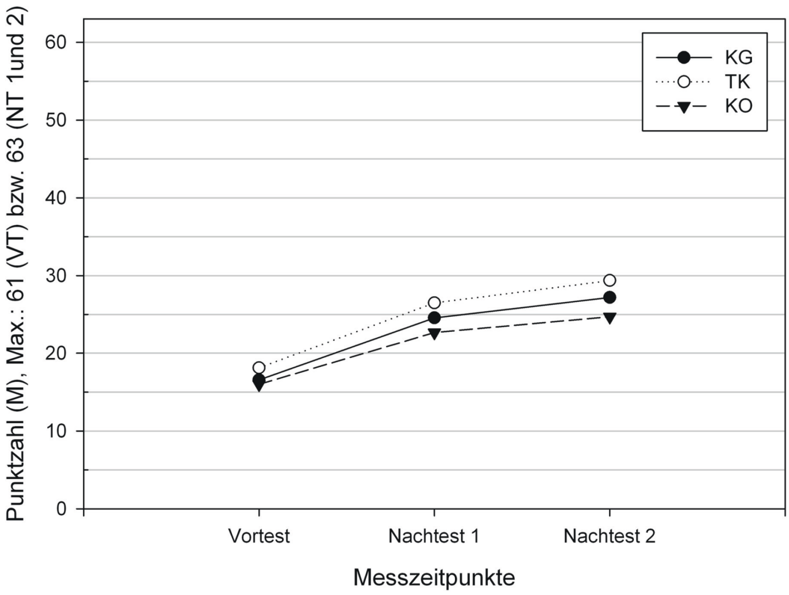
[a]df = 2, 240; [b]df = 4, 240

Tabelle 9: Ergebnisse der Varianzanalyse (Mathematikleistung)

[1] Das partielle Etaquadrat (η^2) ist ein Effektstärkemaß und gibt den Varianzanteil der abhängigen Variablen an, der auf die unabhängige Variable zurückzuführen ist (Bortz & Döring 2006, 280).

Gruppenvergleich	p-Wert
KG[1] / TK[2]	$p > .05$
KG[1] / KO[3]	$p > .05$
TK[2] / KO[3]	$p = .06$

Tabelle 10: Ergebnisse des Gruppenvergleichs (Scheffé Test; Mathematikleistung)



KG = *Kleingruppenförderung*
TK = *Teilweise klassenintegrierte Förderung*
KO = Kontrollgruppe

Abbildung 2: Leistungszuwachs in der Mathematikleistung über die drei Messzeitpunkte in den drei Gruppen

Im Hinblick auf die Mathematikleistung ergab die varianzanalytische Auswertung einen signifikanten Haupteffekt der Messwiederholung ($F\ [2, 240] = 166.74$, $p < .05$; $\eta^2 = .58$). Demnach konnten im Verlauf des Untersuchungszeitraums alle drei Gruppen einen signifikanten Leistungszuwachs in der Mathematikleistung erzielen. Hier zeigte sich eine mittlere Effektstärke. Die Analyse zeigte keinen signifikanten Interaktionseffekt zwischen der Zeit und der Interventionsform ($F\ [4, 240] = .89$, $p > .05$; $\eta^2 = .02$). Das heißt, die Zugehörigkeit zu einer der drei Gruppen hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Leistungsfortschritte der Schülerinnen und Schüler. Eine Überprüfung der Gruppenunterschiede mit dem Scheffé Test zeigte aber tendenziell höhere Leistungszuwächse der Gruppe *Teilweise klassenintegrierte Förderung* im Vergleich zur Kontrollgruppe ($p = .06$).

Die Interventionsgruppen und die Kontrollgruppe unterschieden sich in den Leistungen im CFT 20-R nicht signifikant voneinander, allerdings streuten die IQ Werte stark (vgl. Tabelle 8 Min-Max). Aus diesem Grund wurde eine Kovarianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt, in der der IQ als Kovariate gesetzt wurde. Die Ergebnisse zeigten einen signifikanten Interaktionseffekt zwischen der Zeit und dem IQ ($F [2, 238] = 5.2$, $p < .05$, $\eta^2 = .04$), aber keinen Interaktionseffekt zwischen der Zeit und der Interventionsform ($F [4, 238] = 1.34$, $p > .05$, $\eta^2 = .02$). Das heißt, die mathematischen Lernfortschritte der Schülerinnen und Schüler stehen im Zusammenhang mit ihren kognitiven Voraussetzungen - auch wenn die Effektstärke sehr gering ist - nicht aber mit der Form der Intervention. Schülerinnen und Schüler mit höheren kognitiven Voraussetzungen erzielten also im Mathematiktest höhere Punktwerte als Schülerinnen und Schüler mit niedrigeren kognitiven Voraussetzungen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Schülerinnen und Schüler der drei Gruppen im Verlauf des Untersuchungszeitraums einen signifikanten Leistungszuwachs in der Mathematikleistung erzielt haben. Hypothese 1 muss zurückgewiesen werden, da die Varianzanalyse keinen signifikanten Interaktionseffekt zwischen der Zeit und der Interventionsform aufzeigt. Eine Überprüfung der Gruppenunterschiede belegt allerdings, dass zumindest die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe *Teilweise klassenintegrierte Förderung* tendenziell höhere Leistungszuwächse erzielten als die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe. Da sich keine Unterschiede in den Leistungsfortschritten zwischen den Schülerinnen und Schüler der *Kleingruppenförderung* und der Teilweise klassenintegrierten Förderung nachweisen lassen, muss auch Hypothese 2 zurückgewiesen werden. Die Ergebnisse der Kovarianzanalyse mit Messwiederholung lassen erkennen, dass die Fortschritte der Schülerinnen und Schüler in der Mathematikleistung von den kognitiven Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler beeinflusst worden sind, auch wenn die Effektstärke gering ist.

Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung: Geförderte Inhalte

Die bisher dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf die im Test erhobene Mathematikleistung insgesamt. Diese setzt sich aus den Inhalten zusammen, die im Rahmen der 14-wöchigen Intervention in den beiden Interventionsgruppen gefördert worden sind, sowie nicht-geförderten Inhalten. Zusätzlich interessierte deshalb, wie sich die Leistungsentwicklung bezogen auf geförderten Inhalte darstellt. Diese Inhalte werden im Folgenden kurz als „geförderte Inhalte“ bezeichnet (vgl. Abschnitt 5.5). In Anlehnung an die oben formulierten Hypothesen werden für die Leistungsfortschritte in den geförderten Inhalten folgende Hypothesen aufgestellt:

H_3: Schwache Rechnerinnen und Rechner, die eine spezifische Förderung zum konzeptuellen Verständnis des mathematischen Basisstoffs erhalten, machen im Verlauf eines Schuljahres größere Fortschritte in den geförderten Inhalten als Kinder, die keine besondere Förderung erhalten.

H_4: Schwache Rechnerinnen und Rechner, die in einer Kleingruppe eine Förderung zum konzeptuellen Verständnis des mathematischen Basisstoffs erhalten, machen im Verlauf eines Schuljahres größere Fortschritte in den geförderten Inhalten als Schülerinnen und Schüler, die eine Förderung erhalten, in der die Begleitung der Lehrperson teilweise ersetzt wird durch ein selbständiges Arbeiten im Mathematikunterricht.

Auch hier wird vor dem Hintergrund der Forschungsergebnisse (vgl. Kapitel 3) von einer gerichteten Hypothese zugunsten der *Kleingruppenförderung* ausgegangen, da angenommen wurde, dass hier eine besondere Unterstützung im Sinn von Anleitung besser umgesetzt werden konnte. Zur Überprüfung der Leistungsfortschritte in den geförderten Inhalten wurde ein neuer Summenscore (maximale Punktzahl: 20) gebildet, der nur die Items der geförderten Inhalte umfasst. Die Leistungsfortschritte in den geförderten Inhalten wurden ebenfalls varianzanalytisch ausgewertet und werden im Folgenden dargestellt.

Geförderte Inhalte (max. 20 Punkte)			
Gruppe	Vortest Mathe M (SD)	Nachtest Mathe 1 M (SD)	Nachtest Mathe 2 M (SD)
KG[1] (N=47)	6.96 (2.93)	10.81 (3.94)	11.77 (3.55)
TK[2] (N=36)	7.61 (2.70)	11.86 (2.92)	12.14 (2.89)
KO[3] (N=40)	6.65 (3.10)	8.83 (3.82)	10.03 (3.91)

[1] KG = *Kleingruppenförderung*
[2] TK = *Teilweise klassenintegrierte Förderung*
[3] KO = Kontrollgruppe

Tabelle 11: Leistungsfortschritte in den geförderten Inhalten

	F	**p**	**η^2**
Faktor Zeit	131.26[a]	$p < .05$	0.52
Faktor Zeit x Interventionsform	2.86[b]	$p < .05$	0.05

[a]df = 2, 240; [b]df = 4, 240

Tabelle 12: Ergebnisse der Varianzanalyse (Geförderte Inhalte)

Gruppenvergleich	p-Wert
KG¹ / TK²	p > .05
KG¹ / KO³	p = .09
TK² / KO³	p < .05

[1] KG = *Kleingruppenförderung*
[2] TK = *Teilweise klassenintegrierte Förderung*
[3] KO = Kontrollgruppe

Tabelle 13: Ergebnisse des Gruppenvergleichs (Scheffé Test; Geförderte Inhalte)

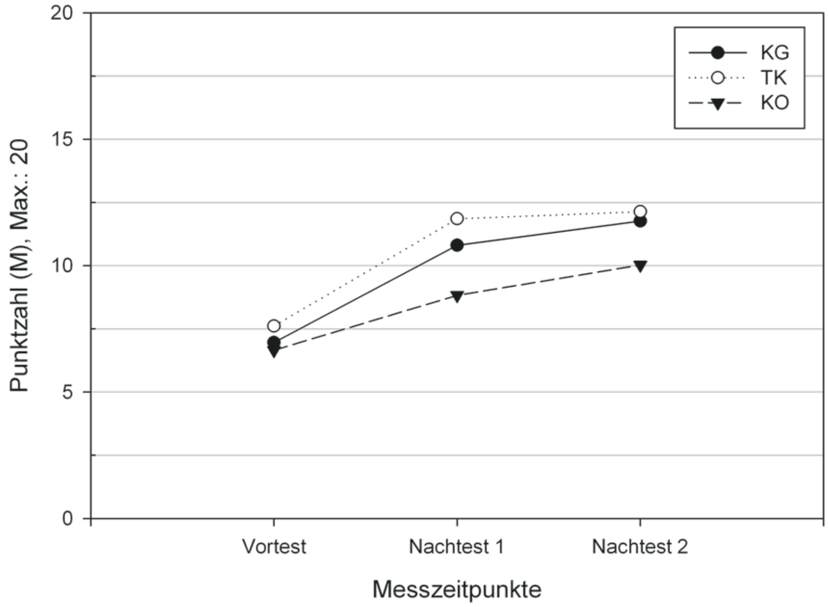


Abbildung 3: Leistungszuwachs bezüglich der geförderte Inhalte über die drei Messzeitpunkte in den drei Gruppen

Im Hinblick auf die Leistungsfortschritte in den geförderten Inhalten zeigen die Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung sowohl einen signifikanten Haupteffekt der Messwiederholung (F [2, 240] = 131.26, $p < .05$, $\eta^2 = .52$) als auch einen signifikanten Interaktionseffekt zwischen der Zeit und der Interventionsform (F [4, 240] = 2.86, $p < .05$, $\eta^2 = .05$). Das Ergebnis des Scheffé Tests gibt an, dass die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe *Teilweise klassenintegrierte Förderung* im Vergleich zu den Schülerinnen und Schülern der Kontrollgruppe signifikant höhere Leistungsfortschritte in den geförderten Inhalten erzielten ($p < .05$). Für die Leistungen der Schülerinnen und Schüler der *Kleingruppenförderung* ergibt sich gegenüber den Leistungen der Kontrollgruppe knapp ein tendenzieller Unterschied ($p = .09$ Scheffé Test).

Für die Auswertung der Leistungsfortschritte in den geförderten Inhalten wurde wiederum eine Kovarianzanalyse mit Messwiederholung (IQ als Kovariate) durchgeführt. Die Analyse zeigt keinen signifikanten Interaktionseffekt zwischen der Zeit und dem IQ (F [2, 238] = 2.04, $p > .05$, $\eta^2 = .02$), wohl aber zwischen der Zeit und der Interventionsform (F [4, 238] = 3.26,

$p < .05$, $\eta^2 = .05$), wobei die Effektstärke gering ist. Die Ergebnisse zu den Leistungsfortschritten bezüglich der geförderten Inhalte zeigen auf, dass alle Schülerinnen und Schüler im Verlauf des Untersuchungszeitraums einen signifikanten Leistungszuwachs erreichen konnten. Während die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe *Kleingruppenförderung* tendenziell höhere Leistungen erzielten als die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe, erzielten die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe *Teilweise klassenintegrierte Förderung* sogar signifikant höhere Leistungen als die Kontrollgruppe. Damit kann Hypothese 3 angenommen werden. Allerdings zeigt der Scheffé Test nur einen signifikanten Unterschied zwischen der Kontrollgruppe und der Interventionsgruppe *Teilweise klassenintegrierte Förderung*. Die Überprüfung der Gruppenunterschiede belegt keine signifikanten Unterschiede in den Leistungsfortschritten zwischen den Schülerinnen und Schüler der beiden Interventionsgruppen. Damit muss die Annahme aus Hypothese 4, bezogen auf die geförderten Inhalte, zurückgewiesen werden.

Die Ergebnisse der Kovarianzanalyse mit Messwiederholung zeigen auf, dass die Leistungsfortschritte der Schülerinnen und Schüler in den geförderten Inhalten nicht von den kognitiven Leistungen der Schülerinnen und Schüler beeinflusst worden sind, wohl aber von der Form der Intervention. Auch wenn die Effektstärke gering ist, scheint es so zu sein, dass schwache Rechnerinnen und Rechner relativ unabhängig von ihren kognitiven Voraussetzungen im Rahmen der spezifischen Intervention Leistungsfortschritte zeigten.

2.2.Weitere Ergebnisse der Untersuchung

Die Ergebnisse der Hypothesenprüfungen zeigen, dass sowohl die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppen als auch der Kontrollgruppe signifikante Leistungsfortschritte erzielten. Lediglich hinsichtlich der geförderten Inhalte zeigt sich ein signifikanter Effekt für die *Teilweise klassenintegrierte Förderung* gegenüber der Kontrollgruppe. Es ist anzunehmen, dass verschiedene Gründe zu den Ergebnissen geführt haben. Dem soll im Folgenden nachgegangen werden. Hierzu werden weitere Ergebnisse der Untersuchung dargestellt.

Wie bereits dargestellt wurde, nahmen nicht nur die Schülerinnen und Schüler der Untersuchungsstichprobe an den Nachtests Mathematik teil, sondern alle Schülerinnen und Schüler der Ausgangsstichprobe. Diese Ergebnisse erlauben eine allgemeine Einschätzung der Leistungsentwicklung in zentralen Inhalten der Grundschulmathematik in Klasse 5 an den beteiligten Haupt- und Gesamtschulen sowie in Klasse 7 an den teilnehmenden Förderschulen Lernen. Daran anschließend werden die Ergebnisse der drei Gruppen in den Mathematiktests nach Schulformen differenziert betrachtet, um offen zu legen, ob sich bezüglich der Leistungsentwicklung schulformspezifische Besonderheiten erkennen lassen. Eine zentrale Frage ist darüber hinaus, ob sich Faktoren bestimmen lassen, die insbesondere die Leistungsentwicklung der Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe beeinflusst haben. Ein möglicher Einflussfaktor ist der Klassenunterricht Mathematik. Die Ausführungen haben gezeigt, dass auch schwache Lernende von einem anspruchsvollen, kognitiv aktivierenden Mathematikunterricht profitieren.

Die mathematische Leistungsentwicklung der Schülerinnen und Schüler der Ausgangsstichprobe (N=450) wird im Folgenden dargestellt.

Ausgangs-stichprobe	**CFT 20-R**	**Mathematikleistung**		
	M (SD)	Vortest Mathe (max. 60 Punkte) M (SD)	Nachtest Mathe 1 (max. 63 Punkte) M (SD)	Nachtest Mathe 2 (max. 63 Punkte) M (SD)
Gesamt (N=450)	86.16 (12.51)	29.35 (12.18)	34.36 (12.4)	36.61 (12.23)
Haupt-schule (N=197)	86.38 (10.85)	28.66 (11.16)	34.32 (11.38)	35.51 (10.9)
Gesamt-schule (N=167)	92.07 (11.11)	34.45 (11.18)	38.95 (11.29)	42.4 (10.03)
Förder-schule (N=86)	74.22 (10.07)	21 (11.38)	25.55 (12.05)	27.88 (13.1)

Tabelle 14: Leistungsfortschritte der Ausgangsstichprobe

Die Tabelle zeigt, dass die Schülerinnen und Schüler der einzelnen Schulformen vom Vortest zum Nachtest 2 im Durchschnitt einen Leistungszuwachs von etwa sieben bis acht Punkten erzielten. Hierbei ist allerdings auch zu beachten, dass der Mittelwert der Ausgangsstichprobe im Mathematik Nachtest 2 knapp 37 Punkte (Höchstpunktzahl: 63) beträgt. Bei der Betrachtung dieser Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass in die Ausgangsstichprobe überwiegend Schülerinnen und Schüler mit schwachen Schulleistungen aufgenommen worden sind (Hauptschule, Förderschule Lernen) und die Ergebnisse der Ausgangsstichprobe deshalb nach unten verzerrt sind. Die schulformspezifischen Ergebnisse zeigen, dass viele Schülerinnen und Schüler an Hauptschulen sowie an Förderschulen Lernen weniger als 60% der Aufgaben des Mathematiktests zu zentralen Inhalten der Grundschulmathematik lösen konnten.

Nachtrag zum Datensatz:

So berechnet sich jeweils die Rohwertsumme für den Mathematiktest:
Die Variable "total_vt" benennt die Summe der erzielten Punkte im Vortest Mathematik - das sind die Variablen 19 (kopf1a) bis 78 (fuba19erg).
Die Variable "total_nt" benennt die Summe der erzielten Punkte im Nachtest 1 Mathematik - das sind die Variablen 79 (nkopf1a_8_0) bis 141 (nakl19erg).
Die Variable "total_nt2" benennt die Summe der erzielten Punkte im Nachtest 2 Mathematik - das sind die Variablen 142 (n2_kopf_8_0) bis 204 (n2_fuba19erg).