Empirische Sonderpädagogik, 2012, Nr. 3/4, S. 275–289

Verbesserung der Multiplikationsfertigkeiten bei einem dreizehnjährigen Mädchen mit Rechenschwierigkeiten mit Hilfe der Count-By-Strategie

Matthias Grünke & Nora Draba

Universität zu Köln

Zusammenfassung
In dem vorliegenden Artikel wird die Förderung einer Schülerin beschrieben, der es über mehrere Jahre trotz eines regelmäßigen Besuchs des Unterrichts nicht gelungen war, einen Zugang zum kleinen Einmaleins zu finden. Die Intervention bestand in einer nur wenige Sitzungen umfassenden, sehr übungsorientierten Vermittlung der Count-By-Strategie. Als Design diente ein multipler Grundratenversuchsplan über drei verschiedene Multiplikationsreihen (7er, 8er und 9er). Im Ergebnis zeigte sich eine dermaßen deutliche Leistungssteigerung, dass diese trotz der Kürze der Förderung in einem Randomisierungstest statistische Signifikanz erreichte. Die Grenzen der Untersuchung, die Implikationen der Befunde sowie zukünftige Forschungsfragen werden diskutiert.

Schlüsselwörter: Mathematikschwierigkeiten, Strategieinstruktion, Einzelfallforschung, Randomisierungstest

Improving multiplication skills in a thirteen year-old girl with math problems using the Count-By Strategy

Abstract
This paper describes the procedure of teaching multiplication tables to a female student, who was previously not able to acquire sufficient skills in this regard, even though she had regularly attended school. The intervention consisted of a short, intense training on how to use the Count-By Strategy. A multiple baseline design across three different fact sets (7s, 8s, and 9s) was implemented. Results showed such marked improvements that they even reached statistical significance in a randomization test. Limitations of the study, implications of the findings, as well as future research questions are discussed.

Keywords: Math difficulties, strategy instruction, single case research, randomization test

Einleitung

Die Mathematik begleitet uns auf Schritt und Tritt. Wir setzen insbesondere die vier Grundrechenarten ständig ein, um vielen lebenspraktischen Anforderungen in unserem Alltag gerecht werden zu können. Es wäre nicht möglich, mit einem bestimmten Gehalt zu wirtschaften, ein Kochrezept an eine flexible Anzahl von Personen anzupassen oder die richtige Menge an Tapetenrollen für eine bestimmte Wandfläche einzukaufen, ohne dabei zu addieren, zu subtrahieren, zu multiplizieren oder zu dividieren. Außerdem gibt es kaum eine Arbeitsstelle, bei der arithmetische Fertigkeiten keine wesentliche Rolle spielen. Dies gilt selbst für das untere Qualifikationssegment. Flegel und Schröder (2005) analysierten eine ganze Reihe von „einfachen" beruflichen Tätigkeiten (u. a. im Bereich der Pflege, der Metallverarbeitung und der Reinigung) und stellten hierbei fest: „Erforderlich sind verlässliche, schnelle und auch in Stresssituationen sichere Kompetenzen im Kopfrechnen … Von den Grundrechenarten kommen vor allem die Addition, die Subtraktion und die Multiplikation zur Anwendung" (S. 396). Leider weisen jedoch viele Mädchen und Jungen ganz massive Schwächen in der Arithmetik auf. Hasselhorn, Marx und Schneider (2005) bezeichnen die Rückstände bei ca. 20% der Grundschulkinder und bei ca. 25% der 15-jährigen Jugendlichen als „besorgniserregend". Bei diesen jungen Menschen ist davon auszugehen, dass für sie zahlreiche Herausforderungen in ihrem späteren privaten Leben zu unüberwindlichen Hürden werden und dass ihnen viele berufliche Möglichkeiten verwehrt bleiben.

Arithmetische Skills werden zwischen dem 6. und 9. Lebensjahr normalerweise dann sicher erworben, wenn sich in der Zeit davor bestimmte Vorläuferkompetenzen entwickelt haben (simultane Mengenerfassung, Zahlenbegriffsverständnis, Bewusstsein über das präzise Anzahlkonzept, …). Als Grundoperation gilt hierbei die Addition. Aus ihr lassen sich alle anderen Rechenarten direkt oder indirekt ableiten. So ist die Subtraktion die Gegenoperation zur Addition. Ein wiederholtes Zusammenzählen der gleichen Zahl ist das Prinzip der Multiplikation. Deren Umkehroperation ist die Division. Bei der Ausbildung von Fertigkeiten zur sicheren Durchführung von Additionen werden die dabei verwendeten Strategien bei Kindern im Regelfall nach und nach immer ökonomischer. Geht es z. B. um die Aufgabe 3 + 5, so zählen sie üblicherweise zunächst von 1 bis 8, um das Ergebnis zu erhalten. Dies geschieht oftmals unter Zuhilfenahme der Finger. Später können sie dann nach dem ersten Summanden weiter bis zur Summe zählen (3 bis 8). Nach einiger Zeit identifizieren sie in einer derartigen Aufgabe zunächst die größere Zahl. Dann zählen sie von diesem Summanden weiter bis zur Summe (6 bis 8). Schließlich sind sie in der Lage, die Lösung für viele einfache Probleme aus dem Gedächtnis abzurufen (Simon & Grünke, 2010). Analog verläuft auch der Erwerb von Skills im Hinblick auf die anderen drei Grundrechenarten. Auch hier kommen anfangs simple und recht ressourcenintensive Strategien zum Einsatz, die dann zusehends von effizienteren Vorgehensweisen abgelöst werden. Über eine Automatisierung entwickelt sich schließlich ein solides mathematisches Faktenwissen. Kinder müssen simple Aufgaben wie 6 – 2, 3 · 4 oder 100 : 5 dann nicht mehr eigens errechnen, sondern können die Ergebnisse aus dem Gedächtnis abrufen. Ein solches Faktenwissen erleichtert die Bewältigung komplexer mathematischer Herausforderungen ganz entscheidend, da dadurch mehr kognitive Ressourcen zur Verfügung stehen, die ansonsten für die Bearbeitung einfacher Aufgaben hätten aufgewendet werden müssen (Reid & Lienemenn, 2006).

Für die Unterstützung von Kindern mit Schwierigkeiten in der Durchführung der Grundrechenarten bieten sich mehrere Ansätze an. Bei dem in den USA unter der Bezeichnung „WholeMath“ bekannt gewordenen und weit verbreiteten Konzept geht es darum, Kinder ihre eigenen Wege der Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division entdecken zu lassen (Moomaw & Hieronymus, 2011). Dieser Herangehensweise liegt die Erkenntnis zugrunde, dass selbst generiertes Wissen in der Regel besser erinnert wird als vorgegebenes (Grünke & Wilbert, 2008). Es erscheint oft sinnvoll, Mädchen und Jungen durch die Konfrontation mit geeigneten Problemstellungen selbst Lösungswege erkennen zu lassen. Hierbei geht es um ein aktiv-entdeckendes Lernen, bei dem das „Erwerben“ anstatt das „Beibringen“ im Vordergrund steht (Moser Opitz, 2008). Ein einfaches und schrittweises Vorgehen, das auf Wiederholung basiert und bei dem die Lehrkraft ein bestimmtes Verhalten modelliert, scheint hingegen vielfach in Verruf geraten zu sein. Von außen vorgegebene Strukturen werden häufig abgelehnt und als hinderlich für die Entwicklung der Selbststeuerung, der Kreativität und der Eigenverantwortlichkeit eines Kindes angesehen. Das Entdecken eigener Lernwege gilt als oberste Prämisse. Von einer Lehrkraft angeleitetes Üben wird als schlichte Paukerei abqualifiziert (Beveridge, Weber, Derby & McLaughlin, 2005; Fischer, Mönks& Westphal, 2008; Moomaw & Hieronymus, 2011).

Allerdings zeichnen sich Kinder mit gravierenden Lernproblemen gerade dadurch aus, dass sie vergleichsweise schlecht dazu in der Lage sind, Struktur zu schaffen, zu planen, zu ordnen und strategisch vorzugehen (Lauth & Grünke, 2005). Vor diesem Hintergrund ist zu befürchten, dass sie sich in Situationen, in denen genau diese Qualifikationen gefragt sind, oftmals überfordert fühlen (Baxter, Woodward & Olson, 2001). Außerdem sind die von ihnen selbst erworbenen Rechenstrategien häufig sehr eigensinnig und nicht zielführend (Stern, Hasemann & Grünke, im Druck). Es lassen sich zwar immer wieder auch Lernsituationen schaffen (meist unter Zuhilfenahme bestimmter Materialien), in denen Schülerinnen und Schülern im Grunde keine andere Möglichkeit bleibt, als „von selbst“ zur richtigen Lösung zu gelangen (Simon & Grünke, 2010), bei vielen Lernzielen und bei besonders rechenschwachen Kindern stößt man mit einem solchen Vorgehen jedoch immer wieder an Grenzen. Erschwerend kommt in diesem Zusammenhang hinzu, dass einmal verinnerlichte „falsche“ Vorgehensweisen nur mit großem Aufwand verlernt werden können (Baddeley & Wilson, 1994). Das Sprichwort „aus Fehlern wird man klug“ trifft hier leider überhaupt nicht zu. Es liegt somit nahe, dass diese Mädchen und Jungen häufig eine gewisse Lenkung, ein Rollenmodell und Gelegenheiten zur intensiven Wiederholung bei einer konsequenten Fehlerkorrektur benötigen. Ansonsten muss davon ausgegangen werden, dass sich keine basalen Skills entwickeln, die unabdingbar sind, um später selbstgesteuert lernen, Kreativität zeigen und eigenverantwortlich handeln zu können (Heward, 2003).

Vor diesem Hintergrund verwundert es nicht, dass die aktuelle Befundlage zur Wirksamkeit von Unterrichts- und Förderkonzepten in diesem Zusammenhang insgesamt kein selbstbewusstes Plädoyer für den Einsatz aktiv-entdeckender Methoden rechtfertigt – im Gegenteil. In einer Metaanalyse von Baker, Gersten und Lee (2002) wird derartigen Konzepten lediglich eine durchschnittliche Effektstärke von 0.01 bescheinigt. Kroesbergen und van Luit (2003) geben in ihrer Synopse einschlägiger Primärstudien hier zwar mit 0.34 einen höheren Wert an, allerdings ist dieser Index in Anbetracht der Wirksamkeitsbelege bei bestimmten anderen Ansätzen immer noch als relativ niedrig anzusehen. Für den Bereich der Rechenförderung von leistungsschwachen Schülerinnen und Schülern sind in der Literatur mitunter Effektstärken von 1,00 und mehr angegeben (Grünke, 2006). In der Synopse von Gersten, Chard, Jayanthi, Baker, Morphy und Flojo (2009) liegt der Durchschnittswert gar bei 1,22. Kroesbergen und Luit (2003) kommen auf Basis der Daten ihrer Metaanalyse zu dem Schluss, dass in diesem Zusammenhang unter folgenden Bedingungen die größten Zuwächse zu erwarten sind: (1) Es geht um den Erwerb umschriebener Fertigkeiten in den Grundrechenarten. (2) Die Förderung findet im Einzel- anstatt im Gruppensetting statt. (3) Betroffene Schülerinnen und Schülern weisen ein generelles Leistungsversagen anstatt einer spezifischen mathematischen Teilleistungsschwäche auf. (4) Die Förderung ist von vergleichsweise kurzer Dauer. (5) Es kommen direktive Interventionsmethoden zum Einsatz.

Für das im letzten Punkt angesprochene sehr lehrkraftzentrierte und explizite Vorgehen gibt es in der Literatur zahlreiche konkrete Handlungsempfehlungen, die u. a. in dem Buch von Stein, Kinder, Silbert und Carnine (2006) zusammengestellt sind. Ein dort erwähntes Beispiel ist die so genannte Count-By-Strategie (Beattie, 1987). Mit ihr soll rechenschwachen Kindern auf direktive Weise ein wichtiger Zwischenschritt auf dem Weg zum sicheren Faktenwissen im Bereich des kleinen Einmaleins plausibel gemacht werden. Die Lehrkraft stellt den Schülerinnen und Schülern hierbei das Wesen der Multiplikation schrittweise als das dar, was sie ist: ein wiederholtes Addieren des gleichen Summanden. Sie präsentiert zunächst auf einem Blatt oder Plakat eine bestimmte Zahlenreihe aus dem kleinen Einmaleins und liest sie mehrfach laut vor. Geht es beispielsweise um die 3er Serie, so lautet die Folge „3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30“. Den Kindern oder Jugendlichen wird erläutert, dass man bei dieser Reihe mit der Zahl 3 beginnt und so lange stets 3 dazu zählt, bis man bei der 30 angekommen ist. Die Kinder oder Jugendlichen üben das Aufsagen der Serie einige Male (zunächst mit visueller Hilfestellung, später aus dem Gedächtnis). Können sie eine Reihe zu etwa 80% korrekt reproduzieren, erklärt man ihnen, dass eine Multiplikationsaufgabe wie etwa 5 · 3 dadurch gelöst wird, indem man so viele 3er zählt („count-by 3“), wie es der Multiplikator (also die 5) erfordert. Dies geschieht selbstverständlich in kindgerechter Sprache (Ausdrücke wie „Multiplikator“ würden vermutlich zu Verwirrung führen). Das wiederholte Addieren des gleichen Summanden bzw. das Multiplizieren wird mit den Schülerinnen und Schülern im Anschluss erst wieder unter Einbezug der geschriebenen Reihe und später aus dem Gedächtnis geübt. Um das einschleifende Memorieren abwechslungsreich zu gestalten, können hierbei auch Karteikarten (Glover, McLaughlin, Derby & Gower, 2010) oder PC-Programme (Kullik, im Druck) mit einbezogen werden. Wichtig ist, dass so lange geübt wird, bis ein Kind bzw. ein Jugendlicher mindestens 80% der Aufgaben innerhalb von jeweils weniger als 2 Sekunden korrekt löst (Lovitt, 1994; Stein, Kinder, Silbert & Carnine, 2006).

Der Einsatz der Count-By-Strategie scheint sich für Schülerinnen und Schüler zu eignen, die zwar über ein gutes Mengenbegriffsverständnis verfügen, das dekadische System verstanden haben und Additionen im Zahlenraum bis 100 beherrschen, aber kaum Multiplikationen durchführen können. Ganz besonders kommen offenbar solche Mädchen und Jungen in Frage, die zu dieser Rechenoperation trotz eines zeitlich ausreichenden Unterrichtsangebots bislang fast keinen Zugang gefunden haben. Die Count-By-Strategie mutet relativ banal an und vermittelt im Grunde lediglich einen Denkschritt, der von den meisten Kindern auf dem Weg zu einem sicheren Faktenwissen im Bereich der Multiplikation ohnehin durchlaufen wird. Eine Besonderheit besteht jedoch in dem sehr systematischen Aufbau der Intervention (Konzentration auf jeweils nur eine Reihe, schrittweise Vermittlung verschiedener Teilfertigkeiten, einschleifendes Üben bis zum Erreichen eines gesetzten Zielkriteriums, …).

Die Count-By-Strategie wurde vor längerer Zeit in einer kontrollierten Einzelfallanalyse von McIntyre, Test, Cooke und Beattie (1991) evaluiert. Im Ergebnis zeigte sich bei dem untersuchten 10-jährigen Jungen mit einer Rechenstörung eine deutliche Verbesserung in der Fähigkeit, Multiplikationsaufgaben zum kleinen Einmaleins schnell und sicher zu lösen. Die gesamte Studie erstreckte sich jedoch über 80 Tage und ist somit als relativ zeitaufwändig zu bezeichnen. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollte nun überprüft werden, ob mit Blick auf die oben genannten Kriterien einer besonders wirksamen Intervention (siehe Kroesbergen& van Luit, 2003) eng umschriebene Rechenfertigkeiten im Bereich des kleinen Einmaleins in einer Einzelförderung von einem Kind mit einem generellen Leistungsversagen auch über eine deutlich kürzere Vermittlung der Count-By-Strategie erwerbbar sind. In diesem Zusammenhang ging es zusätzlich um die Frage, ob im Rahmen einer solchen Intervention derart große Effekte zu erzielen sind, dass sie in einem Randomisierungstest (Dugard, Todman, & File, 2012) statistische Signifikanz erreichen. In der Literatur finden sich bislang nur sehr wenige Untersuchungen, in denen dieses Verfahren für die Auswertung von Daten aus Einzelfallanalysen herangezogen worden ist. Dennoch handelt es sich hierbei um eine sehr vielversprechende Methode, um bei derartigen Forschungsdesigns neben einer visuellen Inspektion und einer Effektstärkeberechnung auch eine inferenzstatistische Analyse anbieten zu können.

Methode

Versuchsperson

Für die Studie wurde ein dreizehnjähriges Mädchen ausgewählt, das seit ca. einem Jahr eine Förderschule besucht. Dort geht sie in eine sechste Klasse. Ihr Wechsel von einer Haupt- auf eine Förderschule stand mit ihren Leistungen in Zusammenhang, die über mehrere Jahre unterhalb der tolerierbaren Abweichungen von verbindlichen institutionellen, sozialen und individuellen Bezugsnormen lagen. Trotz einer vorherigen Klassenwiederholung erhielt sie seit Beginn der Sekundarstufe in allen Kernfächern beinahe durchgehend mangelhafte Noten. Die Rückstände waren somit als bereichsübergreifend anzusehen. Zum Zeitpunkt des Beginns der Intervention war die Erarbeitung der Multiplikation (mit einstelligen Zahlen) mittels offener Unterrichtsmethoden in ihrer Klasse abgeschlossen. Sie hatte sich über etwa ein Jahr erstreckt. Zuvor war ihr diese Rechenoperation bereits in ihrer Grundschulzeit nahegebracht worden. Obwohl sie keine nennenswerten Fehlzeiten aufwies, konnte sie Aufgaben zum kleinen Einmaleins nur unzureichend lösen. Während sie über ein gutes Mengenbegriffsverständnis verfügte, mit dem dekadischen System vertraut war und auch Additionen im Zahlenraum bis 100 sicher beherrschte, versagte sie bei Multiplikationen auf der ganzen Linie. Ihr Rohwert für Aufgaben zum kleinen Einmaleins betrug im „Heidelberger Rechentest“ (HRT 1-4) von Haffner, Baro, Parzer und Resch (2005) nur 11. Mit Blick auf die verschiedenen Normtabellen des Verfahrens erreichte sie im Vergleich zu Kindern am Ende der 2. Klasse damit einen Prozentrang von 16, im Vergleich zu Kindern im ersten Quartal der 3. Klasse einen Prozentrang von 12 und im Vergleich zu Kindern am Beginn der 4. Klasse einen Prozentrang von 3. Ganz besonders schlecht fielen die Leistungen der

Probandin bei der 7er-, 8er- und 9er-Reihe aus (sie konnte hier bestenfalls jeweils nur zwei der vorgegebenen Aufgaben lösen). Im Rahmen der Studie wurde auch ihre fluide Intelligenzleistung mit Hilfe des „Zahlen-Verbindungs-Tests“ (ZVT) von Oswald und Roth (1987) erfasst. Hier erreichte die Schülerin einen relativ hohen IQ-Wert von 103. Demnach war der hier erfasste Aspekt ihrer allgemeinen intellektuellen Leistungsfähigkeit deutlich besser ausgeprägt, als es aufgrund ihrer Schulleistungen zu erwarten gewesen wäre.

Messinstrument

Als Maßstab für die Fertigkeit zum Lösen von kleinen Einmaleinsaufgaben bei den drei vorab identifizierten größten „Problemreihen“ (7er, 8er und 9er) diente die Anzahl der richtigen Antworten der Schülerin bei vorgegebenen Multiplikationen. Diese wurden ihr auf Arbeitsblättern präsentiert. Jeder dieser Bögen enthielt alle zehn möglichen Aufgaben der 7er-, 8er- und 9er-Reihe (also insgesamt 30 Multiplikationen). Die reihenübergreifende Abfolge der Darbietung war vorab zufällig ermittelt worden und infolgedessen auf jedem Arbeitsblatt anders. Pro Bogen lag die Zeitbegrenzung bei sechs Minuten. Die Ergebnisse wurden für jede Reihe in einen eigenen Graphen eingetragen, dessen x-Achse die Tage und dessen y-Achse die Leistungen markierte. Das Mädchen erhielt nach dem schriftlichen Ausfüllen der Arbeitsblätter keine unmittelbare Rückmeldung über die Richtigkeit der Ergebnisse.

Design

Für die Untersuchung wurde ein multipler Grundratenversuchsplan über drei verschiedene Zielverhaltensweisen (korrekte Lösungen bei Multiplikationsaufgaben der 7er-, 8er- und 9er-Reihe) mit jeweils einer Grundraten- und einer Förderphase (AB) ausgewählt (siehe Gast, 2010). Beide Abschnitte sollten zusammen lediglich zehn Schultage bzw. zwei Arbeitswochen (bei zehn Leistungsmessungen) umfassen. Um die Validität von Aussagen über die Wirkung der Maßnahme zu erhöhen, wurde der Beginn jeder Teilintervention jeweils innerhalb bestimmter Grenzen zufällig bestimmt. Jede Phase sollte mindestens drei Tage bzw. drei Messungen (so genannte „Probes“) enthalten. Dies eröffnete pro Förderziel theoretisch fünf Möglichkeiten (siehe Tabelle 1).

Für die Vermittlung von Multiplikationsfertigkeiten im Zusammenhang mit der

Tabelle 1: Mögliche Konstellationen des Interventionsbeginns.

Konstellation	Probes der Baseline	Probes der Intervention	Summe der Probes
1	3	7	10
2	4	6	10
3	5	5	10
4	6	4	10
5	7	3	10

7er-Reihe wurde per Zufall die zweite Konstellation ausgewählt – bei der 8er-Reihe war es die dritte, und bei der 9er-Reihe wiederum die zweite. Somit begann die Förderung bei der 7er- und der 9er-Reihe zeitgleich am fünften Tag, während die Förderung bei der 8er Reihe erst am sechsten Tag einsetzte.

Nach dem Ende der Intervention wurden die Leistungen der Schülerin nochmals an vier verschiedenen Tagen erhoben. Auch wenn die Ergebnisse dieser Messungen nicht mehr in die inferenzstatistische Analyse eingingen, so dienten sie dennoch bei der visuellen Inspektion als Indizien für die Wirksamkeit der Maßnahme. Durch die zusätzlichen Probes sollte eruiert werden, inwieweit die Schülerin auch während einer kurzen Follow-Up-Phase nach dem Abschluss der Intervention noch über gute Fertigkeiten im Lösen von kleinen Einmaleinsaufgaben mit den drei genannten Reihen verfügte. Insofern lässt sich hier auch durchaus von einem ABA-Design sprechen. Der Grund, warum das Vorgehen nicht oben schon als Umkehrversuchsplan bezeichnet wurde, besteht darin, dass für eine solche Option noch kein Instrumentarium zur inferenzstatistischen Datenauswertung existiert, sofern man eine Stabilisierung der Trainingseffekte nach dem Absetzen der Intervention erwartet (P. Dugard, persönl. Mitteilung, 18.03.2011).

Intervention

Die Förderung des Mädchens wurde von der Zweitautorin (im Folgenden „Lehrkraft“ genannt) während des regulären Unterrichts in einem eigenen Raum der Schule durchgeführt. In das Erreichen der drei Teilziele investierte die Lehrkraft pro Sitzung jeweils eine Viertelstunde. Also umfasste die Intervention am fünften Tag der Untersuchung 30 und ab dem sechsten Tag 45 Minuten (da am fünften Tag Multiplikationsfertigkeiten im Bereich der 7er- und 9er-Reihe und ab dem sechsten Tag im Bereich aller „Problemreihen“ gefördert wurden). Das prinzipielle Vorgehen orientierte sich hierbei an dem „Self-Regulated Strategy Development Model“ von Harris, Graham und Madson (2003), wie es bei Scheffler und Grünke (2010) beschrieben ist: (1) Definition des Lernziels und Diagnostik, (2) Festlegung der Einzelschritte, (3) Motivierung, (4) Demonstration der Strategie, (5) Üben unter Anleitung, (6) eigenständiges Üben sowie (7) Ergebnissicherung und Transfer. Vor Beginn jeder Fördersitzung verwies die Lehrkraft darauf, dass eine aktive Beteiligung an den Übungen eine stetige Verbesserung der Multiplikationsfertigkeiten zur Folge haben würde. Zur weiteren Motivation zeigte sie der Schülerin jedes Mal eine Grafik der bisherigen Leistungsentwicklung. Die Lehrkraft griff darüber hinaus auf ein Verstärkersystem zurück, bei dem sie dem Mädchen für verbesserte oder auf hohem Niveau gleichbleibende Ergebnisse Punkte gutschrieb, die am Ende der Intervention in verschiedene Belohnungen (Süßigkeiten und Sammelbilder) eingetauscht werden konnten. Sie lobte die Schülerin ständig für ihre Bemühungen und ermutigte sie, die zu bewältigenden Aufgaben konzentriert anzugehen. Bei der Demonstration der Strategie ging die Lehrkraft analog zu dem in der Einleitung skizzierten Prozedere vor: (1) Präsentation der jeweiligen Reihe auf einem Plakat, (2) mehrfaches Vorlesen der Reihe, (3) Erläuterung des Prinzips der Multiplikation (Abzählen der Schritte in Abhängigkeit vom Multiplikator), (4) Durchführung verschiedener Aufgaben zum kleinen Einmaleins. Die einzelnen Schritte wurden im Laufe der Förderung so lange durch Phasen des angeleiteten und des eigenständigen Übens unterbrochen, bis die Schülerin die jeweiligen Etappenziele (sicheres Aufsagen der relevanten Reihe aus dem Gedächtnis, Verinnerlichung des Prinzips der Multiplikation, korrektes Bearbeiten von Aufgaben zum kleinen Einmaleins) erreicht hatte.

Datenauswertung

Die Analyse der erfassten Werte erfolgte zunächst über eine visuelle Inspektion der grafisch dargestellten Verläufe (vgl. Kern, 1997). Es handelt sich hierbei um eine relativ subjektive Methode, weil es keine verbindlichen Kriterien für die Bewertung von Leistungsentwicklungen gibt: Was als starker, mittlerer, schwacher, nicht vorhandener oder gar negativer Effekt zu bezeichnen ist, hängt innerhalb gewisser Grenzen vom persönlichen Ermessen der beurteilenden Person ab (Yeaton, 1982).

Als zusätzliches Indiz für die Wirksamkeit der Förderung wurde deswegen der Prozentsatz nichtüberlappender Daten (PND) herangezogen. Man ermittelt diesen Wert, „… indem man die Anzahl der Datenpunkte der Interventionsphase, die nicht mit den dazugehörigen Grunddaten überlappen, … durch die Gesamtzahl der Datenpunkte der Interventionsphase … dividiert und dann mit 100 multipliziert" (Kern, 1997, S. 162). PND-Werte über 90 gelten als sehr hoch, zwischen 70 und 90 gelten sie als mäßig bis hoch, zwischen 50 und 70 gelten sie als fragwürdig und unter 50 gelten sie als irrelevant (Scruggs, Mastropieri, Cook & Escobar, 1986). Im vorliegenden Fall ergab sich pro Reihe jeweils ein PND-Wert. Der Gesamtindex stellte den Durchschnitt aus diesen Einzelangaben dar.

Schließlich wurden die Daten auch über einen Randomisierungstest nach Dugard, Todman und File (2012) inferenzstatistisch ausgewertet. Die hierbei zugrundeliegende Logik der Vorgehensweise unterscheidet sich von der bei den sonst üblichen Tests. Inferenzstatistische Datenanalysen zielen herkömmlicherweise darauf ab, die Wahrscheinlichkeit dafür zu ermitteln, dass eine bestimmte Nullhypothese zutrifft. Geht es z. B. um eine beobachtete Diskrepanz zwischen den durchschnittlichen Entwicklungen der Mathematikleistungen von Kindern aus zwei Schulklassen, die über einen gewissen Zeitraum hinweg mit verschiedenen Methoden unterrichtet worden sind, so ist zu ermitteln, ob die Differenzen mit einer vorab festgelegten Wahrscheinlichkeit (z. B. 5 oder 1%) zufällig zustande gekommen sein können. Dies geschieht mit Hilfe eines für die jeweilige Problemstellung geeigneten statistischen Tests (z. B. Varianzanalyse für gemischte Designs oder Solomon-Plan), indem aus Kennwerten der Stichprobe eine Prüfgröße errechnet wird. Man setzt diese dann in Relation zu den Werten einer geeigneten Wahrscheinlichkeitsverteilung. Liegt die Prüfgröße außerhalb des vorab festgelegten Bereichs, wird die Nullhypothese verworfen.

Bei einem Randomisierungstest ist dies anders. Hier gibt es weder eine Prüfgröße, noch wird ein Wert mit einer Wahrscheinlichkeitsverteilung in Beziehung gesetzt. Dugard, Todman und File (2012) schreiben diesbezüglich: „We made no assumptions about the distribution of any observations – there's nothing comparable to assuming a set of measurements come from a normal distribution, for instance" (S. 31). Beim Randomisierungstest wird davon ausgegangen, dass sämtliche Informationen über eine Verteilung in den erhobenen Daten enthalten sind. Im Falle eines AB-Designs (bzw. einer Erweiterung dieses Designs in Form eines multiplen Grundratenversuchsplans) wird bei diesem Verfahren der Beginn einer Intervention innerhalb vorab definierter Parameter zufällig bestimmt. Bei der vorliegenden Untersuchung ist eine solche randomisierte Festlegung erfolgt: Es wurde disponiert, dass die Gesamtdauer der Erhebung zehn Probes umfassen sollte und jede einzelne Phase nicht aus weniger als drei Tagen bestehen durfte. Es gab pro Reihe somit je fünf mögliche Arrangements für den Beginn der Intervention (siehe Tabelle 1). Bei insgesamt drei Reihen betrug die Chance für eine ganz bestimmte Gesamtkonstellation demnach $1/5^3 = 0{,}008$. Die Wahrscheinlichkeit für das zufällige Zustandekommen einer spezifischen Ausgangslage, in der wie im vorliegenden Fall mit der Förderung der drei Teilfertigkeiten mit der fünften, der sechsten und schließlich wiederum der fünften Messung begonnen wurde, lag somit bei 0.8%. Bei der inferenzstatistischen Datenanalyse anhand eines Randomisierungstests geht es nun um die Ermittlung der Diskrepanzen zwischen den durchschnittlichen Grundraten- und Förderphasenwerten. Allerdings werden die Differenzen nicht nur für die jeweils vorliegende Konstellation errechnet, sondern für alle theoretisch möglichen Arrangements (deren Anzahl hier $5^3 = 125$ beträgt). Man legt also die tatsächlich erhobenen Leistungsdaten zugrunde, tut aber so, als hätte die Intervention bei der 7er Reihe mit der vierten Messung, der sechsten, der siebten oder der achten Messung begonnen (obwohl dies ja gar nicht der Fall war). Das gleiche Gedankenspiel nimmt man auch bei der 8er und 9er Reihe vor und ermittelt Differenzen zu hypothetischen Konstellationen. Summiert man diese Unterschiede auf, kommt man schließlich zu 124 Werten, die auf irrealen Arrangements hinsichtlich des Interventionsbeginns beruhen. Wenn nun ein signifikanter Effekt vorläge, müsste die Summe der Unterschiede zwischen den mittleren Grundraten- und Förderphasenwerten bei dem Fall, der auf den tatsächlichen Startpunkten der Intervention basiert, größer sein als bei 95% aller anderen 124 Optionen. Wäre er sogar der größte, so läge die Wahrscheinlichkeit, dass es sich hierbei um einen Zufall handelt, bei den besagten 0,8%. Mithilfe des Computerprogramms Microsoft Excel und eines speziellen Makros lässt sich nun ein exakter p-Wert bestimmen, der Aussagen darüber erlaubt, ob die beobachteten Diskrepanzen zwischen den durchschnittlichen Grundraten- und Förderphasenwerten so groß sind, dass dies mit einer Wahrscheinlichkeit von weniger als 5% nicht mehr mit dem Zufall erklärbar ist. Das Makro lässt sich auf der Internetseite des Lehrbuchs von Dugard, Todman und File (2012) kostenfrei herunterladen (www.researchmethodsarena.com/9780415886932).

Ergebnisse

Die Leistungen der Schülerin im Hinblick auf ihre Fertigkeiten zur Lösung von Multiplikationsaufgaben aus der 7er-, 8er- und 9er Reihe sind in Abbildung 1 grafisch dargestellt.

Detaillierte Angaben zu den einzelnen Erhebungen finden sich in Tabelle 2.

Die Inspektion der Verlaufsdaten legt nahe, dass die Förderung bezüglich aller drei Reihen bei der Probandin zu deutlichen Verbesserungen führte. Bei der Entwicklung der Werte im Zusammenhang mit der 7er Reihe fällt allerdings auf, dass das Einsetzen der Intervention (anders als in den anderen beiden Fällen) nicht mit einem Leistungssprung einherging. Was die Fertigkeit zur Lösung der anderen Multiplikationsaufgaben betraf, kam es bereits am ersten Tag der Förderung zu einem deutlichen Anstieg von jeweils drei Punkten. Im Falle der 7er Reihe erfolgte ein solcher Schritt erst nach der zweiten Fördereinheit. Dies stellt die Wirksamkeit der Maßnahme jedoch insgesamt nicht in Frage. Während die Schülerin im Verlauf der Grundratenphasen nie mehr als die Hälfte der Rechnungen lösen konnte, erreichte sie am Ende der Interventionsphase überall den Höchstwert von 10. Am letzten Tag der Intervention bearbeitete sie also alle 30 der ihr vorgelegten Aufgaben korrekt. Im Zuge des Follow-ups kam sie dann zwar „nur“ in fünf von zehn Fällen auf den Maximalwert, durchschnittlich lagen ihre Leistungen nach Abschluss der Förderung jedoch stets höher als in den jeweiligen Untersuchungsabschnitten vorher. Im Vergleich zu ihren Fertigkeiten in der

Grundratenphase konnte sich die Schülerin während der Intervention im Zusammenhang mit der 7er Reihe im Mittel um fast 80%, im Zusammenhang mit der 8er Reihe um 100% und im Zusammenhang mit der 9er Reihe sogar um ca. 140% steigern. Bezogen auf die Follow-up-Phase lagen die Verbesserungen bei 100% (7er Reihe), bei knapp über 100% (8er Reihe) und bei 200% (9er Reihe).

Im Falle der 7er Reihe lag nur ein Wert aus der Phase der Förderung und des Follow-ups nicht über dem höchsten Wert der Grundrate. Der PND betrug hier also 90%. Bei der 8er und 9er Reihe lag er sogar bei jeweils 100%. Berechnet man aus diesen drei Quoten einen Durchschnitt, kommt man auf einen Wert von über 95%. Gemäß der Aufteilung von Scruggs et al. (1986) ist die Förderung bei einem solchen PND als sehr effektiv zu bezeichnen.

Eine inferenzstatistische Analyse der Daten aus der Phase der Grundrate und der Intervention mit Hilfe eines Randomisierungstests ergab einen exakten *p*-Wert von 0,047. Da es bei dieser Form der Auswertung keine Prüfgrößen gibt (siehe oben), können an dieser Stelle auch keine aufgeführt werden. Mit Blick auf den angegebenen p-Wert ist nun zu konstatieren, dass die beobachteten Unterschiede zwischen den Werten aus den Phasen der Grundraten und der Förderungen mit etwas mehr als 95%iger Wahrscheinlichkeit nicht mit dem Zufall zu erklären sind.

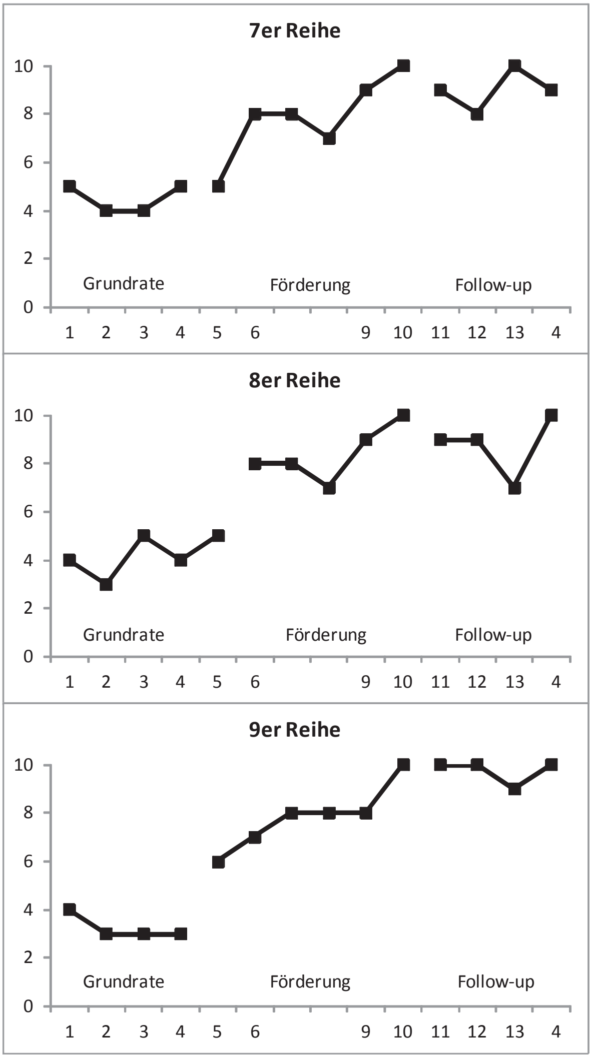

Abbildung 1: Anzahl der korrekt bearbeiteten Aufgaben während der verschiedenen Untersuchungsphasen.

Diskussion

Im Rahmen der vorliegenden Einzelfallstudie sollte die Wirksamkeit der direktiven Vermittlung eines Verfahrens zum Erwerb von mathematischem Faktenwissen aus dem Bereich der Multiplikation (Count-By-Strategie) in einer Weise untersucht werden, dass dies auch im schulischen Alltag relativ leicht wiederholbar ist. Die Resultate legen nahe, dass der Einsatz der Methode bei der Probandin ihr

Tabelle 2: Angaben zu den Messungen der arithmetischen Skills im Bereich der Multiplikation bei den drei Reihen Mögliche Konstellationen des Interventionsbeginns.

		Grundrate	**Förderung**	**Follow-Up**
7er Reihe	*N* (Messungen)	4	6	4
	gelöste Aufgaben	5; 4; 4; 5	5; 8; 7; 9; 9; 10	9; 8; 10; 9
	M	4,50	8,00	9,00
	Range	4–5	5–10	8–10
8er Reihe	*N* (Messungen)	5	5	4
	gelöste Aufgaben	4; 3; 5; 4; 5	8; 8; 7; 9; 10	9; 9; 7; 10
	M	4,20	8,40	8,75
	Range	3–5	7–10	7–10
9er Reihe	*N* (Messungen)	4	6	4
	gelöste Aufgaben	4; 3; 3; 3	6; 7; 8; 8; 8, 10	10; 10; 9; 10
	M	3,25	7,83	9,75
	Range	3–4	6–10	9–10

Ziel nicht verfehlte. Obwohl das betroffene Mädchen seit Jahren (trotz eines regelmäßigen Besuchs des Unterrichts) nicht gelernt hatte, Aufgaben aus dem kleinen Einmaleins schnell und sicher zu lösen, war sie mit Hilfe der Count-By-Strategie schon nach ca. einer Woche dazu in der Lage, diese Kompetenz mit einer zufriedenstellenden Routine an den Tag zu legen. Während die Schülerin von den ins Blickfeld genommenen Rechnungen der 7er-, 8- und 9-Reihe im Verlauf der Grundrate durchschnittlich nur 40% korrekt bearbeitete, unterlief ihr am Ende der Förderphase kein einziger Fehler mehr. Das Ausmaß der Verbesserung kann mit einem mittleren PND von über 95% als beachtlich bezeichnet werden. Die Effekte waren so bedeutsam, dass sie im Rahmen einer Analyse mit einem Randomisierungstest auf dem 5%-Niveau sogar statistische Signifikanz erreichten.

Einschränkend muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass die Generalisierbarkeit von Befunden aus Einzelfallstudien als relativ gering anzusehen ist. Dies trifft auch (bzw. insbesondere) auf die vorliegende Arbeit zu. Es wurde lediglich eine einzige Schülerin untersucht. Darüber hinaus war die Anzahl der Probes während der Baseline- und der Förderphasen vergleichsweise klein. Die begrenzten Möglichkeiten der Verallgemeinerbarkeit von Ergebnissen aus kontrollierten Einzelfallanalysen sind auch der Grund dafür, warum nach den Kriterien der „American Psychological Association" (APA) mindestens neun entsprechende Untersuchungen mit gleicher Zielsetzung, identischer Methodik, ähnlichen Probandinnen bzw. Probanden und weitgehend übereinstimmenden Resultaten vorliegen müssen, um von einer stabilen Datenbasis im Hinblick auf die Wirksamkeit eines bestimmten Ansatzes sprechen zu dürfen. Bei Gruppenstudien genügen hingegen bereits zwei qualitativ hochwertige Arbeiten mit einheitlichen Befunden, um ein klares Statement bezüglich der Effektivität einer Förderung zu rechtfertigen (Chambless, Baker, Baucom et al., 1998). Doch die beschränkte Generalisierbarkeit von Resultaten ist natürlich nicht als Argument gegen Einzelfallanalysen per se zu werten. Vielmehr ist dieser Einwand als Hinweis zu verstehen, dass allein auf der Basis der oben erwähnten Veröffentlichung von McIntyre, Test, Cooke und Beattie (1991) sowie der vorliegenden Arbeit keine selbstbewussten und seriösen Behauptungen über den Nutzen der Count-By-Strategie möglich sind. Dazu bedarf es erst weiterer Forschungsbemühungen.

Ungeachtet der Aussagekraft der vorliegenden Untersuchung drängt sich an dieser Stelle jedoch die Frage nach dem wissenschaftlichen und praktischen Nährwert der Bewertung einer Intervention auf, bei der einer Schülerin „lediglich" auf sehr übungsintensive Weise beigebracht wird, die Ergebnisse dreier Reihen aus dem kleinen Einmaleins korrekt wiederzugeben. Dies scheint im ersten Moment weder „spektakulär" noch bedeutsam zu sein. Felbrich, Hardy und Stern (2008) führen berechtigterweise aus, „… dass das Beherrschen mathematischer Prozeduren nicht hinreichend für ein vertieftes Verständnis von Mathematik ist" (S. 597). Die drei Autorinnen berufen sich bei ihrer Einschätzung auf den Literacy-Ansatz der „Organisation for Economic Co-operation and Development" (OECD), nach dem „ … unter mathematischer Kompetenz die Fähigkeit einer Person verstanden [wird], die Rolle von Mathematik in Alltagssituationen zu erkennen, fundierte mathematische Urteile abzugeben … und Mathematik so zu verwenden, dass eine konstruktive gesellschaftliche Teilhabe unterstützt wird" (ebd.). Warum sollte das übungsorientierte Vermitteln von „mathematischen Prozeduren" (wie z. B. von simplen Multiplikationsskills) mit Blick auf das in dieser Aussage implizierte Leitziel einer Förderung also von Nutzen sein? Bei der Beantwortung dieser Frage ist es wichtig, das Kind nicht mit dem Bade auszukippen. Felbrich, Hardy und Stern (ebd.) bezeichnen das Beherrschen mathematischer Prozeduren zwar als nicht *hinreichend*, ungeachtet dessen ist es zweifellos *notwendig*. Schulz und Moog (2007) erläutern auf sehr plausible Weise, dass ein Mangel an mathematischer Kompetenz in vielen Fällen nicht primär auf ein unzureichendes logisches Denkvermögen oder auf zu wenig vertieftes Verständnis, sondern schlichtweg auf eine zu geringe Automatisierung basaler Fertigkeiten zurückzuführen ist.

Nach Ansicht von Heward (2003) verleitet die Orientierung an anspruchsvollen, komplexen und vielschichtigen Lernzielen mitunter dazu, nur solche sonderpädagogischen Förderansätze als angemessen anzusehen, die den betreffenden Kindern die Entscheidung überlassen, was und wie viel sie lernen möchten, die kreativ wirken, die eklektizistisch ausgerichtet sind und die gezielte, einschleifende Übungselemente ausklammern. Die dahinterstehenden Annahmen bezeichnet er in der Überschrift seines Artikels allerdings als „… faulty notions about teaching and learning that hinder the effectiveness of special education". Ihre Erhebung zu Dogmen schränkt die Möglichkeiten einer tatsächlich hilfreichen Intervention also ein und schadet den betreffenden Kindern. Im Falle der hier untersuchten Schülerin wird dies sehr deutlich: Das Mädchen war auch nach etlichen Monaten einer offenen, freien und auf den Prinzipien des entdeckenden Lernens beruhenden Unterrichtung kaum in der Lage, einfache Multiplikationsaufgaben zu lösen.

Zwar erfüllte sie offenkundig alle Vorbedingungen für den Erwerb dieser Fertigkeit, konnte diese Hürde aber ohne eine explizite Hilfestellung nicht überwinden.

Für Grünke und Masendorf (2000) ist die Unterrichtung und die (sonder-)pädagogische Förderung von Kindern als ein „… äußerst komplexes Netzwerk von ineinander verflochtenen Effekten …“ aufzufassen, bei dem es sinnvoll ist, „… jede einzelne Verknüpfung mit Hilfe gezielter Fragestellungen empirisch zu überprüfen“ (S. 984). Dies erscheint angemessen, um immer mehr Erkenntnisse über die wesentlichen Prozesse zu gewinnen. Der „Wert“ der vorliegenden Einzelfallstudie ist v. a. in diesem Lichte zu sehen. Das Üben bestimmter mathematischer Prozeduren ist in einigen Fällen unumgänglich. Die Count-By-Strategie scheint sich in diesem Zusammenhang gut für den Erwerb von Faktenwissen im Bereich des kleinen Einmaleins zu eignen. Zwar handelt es sich hierbei um eine recht einfache und „schnörkellose“ Möglichkeit der Unterstützung von Kindern mit Problemen in diesem Bereich, dennoch ist sie offenkundig relativ wirksam. Das macht diese Strategie mit Blick auf die Herausforderungen im Zusammenhang mit einer Umsetzung der UN-Behindertenrechtskonvention besonders wertvoll. Mädchen und Jungen mit gravierenden Lernschwierigkeiten werden zunehmend in inklusiven Settings anstatt in eigenen Förderschulen unterrichtet. Für Lehrkräfte ist es oft schwer, den Bedürfnissen von Kindern mit massiven Leistungsproblemen in einer sehr heterogenen Klasse gerecht zu werden (Forlin, 2001). Informationen darüber, wie man Rückstände von Schülerinnen und Schülern vergleichsweise schnell und ohne spezielle und zeitintensive Trainingsprogramme wirksam relativieren kann, sind in solchen Situationen sicherlich äußerst hilfreich. Dies gilt besonders in solchen Fällen, in denen es machbar erscheint, die Unterstützung auch durch eine Schülerin oder einen Schüler im Rahmen eines tutoriellen Lernarrangements anbieten zu lassen. Bei der Count-By-Strategie dürfte eine solche Realisierung durchaus möglich sein, was zweifelsohne mit einer Entlastung der Lehrkräfte einhergeht.

Durch die Verwendung eines Randomisierungstests besteht sogar die Option, auch bei recht ökonomisch durchgeführten und kurzen Einzelfallstudien die Frage zu beantworten, ob die beobachteten Verbesserungen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit noch mit dem Zufall zu erklären sind. Dies trifft zumindest auf die vorliegende Untersuchung zu, da die Intervention offenkundig zu sehr großen Leistungsverbesserungen führte. Inwieweit Randomisierungstests auch bei Einzelfallanalysen mit weniger als zwölf Messungen pro Phase als aussagekräftig gelten können, hängt nämlich u. a. vom Ausmaß des Behandlungserfolgs ab. Liegen die Steigerungen im Bereich von mindestens zwei Standardabweichungen, so wird die Power des Verfahrens auch beim Vorliegen relativ hoher Autokorrelationen der Messfehler von bis zu r = 0,50 nicht nennenswert beeinträchtigt (Ferron & Sentovich, 2002). Die hier untersuchte Schülerin verbesserte sich im Hinblick auf alle Multiplikationsreihen um jeweils mindestens fünf Streuungseinheiten.

Es gilt nun im Zuge weiterer Forschungsarbeiten, die vorliegende Untersuchung zu replizieren. Auch sollte überprüft werden, inwieweit sich die eben erwähnte Alternative einer Förderung mit der Count-By-Strategie mittels einer Tutorin oder eines Tutors als wirksam erweist. Darüber hinaus sind im Kontext mit der (sonder-)pädagogischen Unterstützung von Schülerinnen und Schülern auf dem Weg zum Erwerb einer mathematischen Kompetenz im obigen Sinne weitere Interventionsansätze systematisch zu evaluieren. Die Count-By-Strategie stellt nur eine von vielen Möglichkeiten des Erwerbs von mathematischem Faktenwissen dar. Nun kommt es darauf an, auch deren

Wirksamkeit genauer und differenzieller zu eruieren.

Literatur

Baddeley A. & Wilson, B.A. (1994). When implicit learning fails: Amnesia and the problem of error elimination. *Neuropsychologia, 32*, 53–68.

Baker, S., Gersten, R., & Lee, D.-S.(2002). A synthesis of empirical research on teaching mathematics to low-achieving students.*The Elementary School Journal, 103*, 51–73.

Baxter, J., Woodward, J. & Olson, D. (2001). Effects of reform-based mathematics instruction in five third grade classrooms. *The Elementary School Journal, 101*, 529–548.

Beattie, J. (1987). Teaching of mathematics to mildly handicapped students. *PRISE Reporter, 18*, 3–4.

Beveridge, B. R., Weber, K. P., Derby, K. M., & McLaughlin, T. F. (2005).The effects of a math racetrack with two elementary students with learning disabilities.*International Journal of Special Education, 20*, 58–65.

Chambless, D.L., Baker, M.J., Baucom, D.H. et al. (1998). Update on empirically validated therapies. *The Clinical Psychologist, 51*, 3–16.

Dugard P., Todman, J. & File, P. (2012). *Single-Case and Small-N Experimental Designs: A Practical Guide to Randomization Tests*. New York: Routledge.

Felbrich, A., Hardy, I. & Stern, E. (2008). Erwerb mathematischer Kompetenzen. In W. Schneider & M. Hasselhorn (Hrsg.), *Handbuch der Pädagogischen Psychologie* (S. 597–607). Göttingen: Hogrefe.

Fischer, C., Mönks, F.J. & Westphal, U. (2008). *Individuelle Förderung: Begabungen entfalten, Persönlichkeit entwickeln*. Berlin: LIT.

Ferron, J. & Sentovich, C. (2002). Statistical power of randomization tests used with multiple-baseline designs. *Journal of Experimental Education, 70*, 165–178.

Flegel, D. & Schroeder, J. (2005). Welche Rechenkompetenzen benötigt eine Wäscherin? Schulpädagogische Konsequenzen aus den realen Anforderungen in Jobs des unteren Qualifikationsbereichs. *Sonderpädagogische Förderung, 50*, 390–407.

Forlin, C. (2001). Inclusion: Identifying potential stressors for regular class teachers. *Educational Research, 43*, 235–245.

Gersten, R., Chard, D.J., Jayanthi, M., Baker, S.K., Morphy, P. &Flojo, J. (2009). Mathematics instruction for students with learning disabilities: A meta-analysis of instructional components. *Review of Educational Research, 79*, 1202–1242.

Glover, P., McLaughlin, T. Derby, K.M. & Gower, J. (2010).Using a direct instruction Flashcard system with two students with learning disabilities. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology, 8*, 457–472.

Grünke, M. (2006). Zur Effektivität von Fördermethoden bei Kindern und Jugendlichen mit Lernstörungen: Eine Synopse vorliegender Metaanalysen. *Kindheit und Entwicklung, 15*, 238–253.

Grünke, M. & Masendorf, F. (2000). Experimentelle Interventionsforschung in Gruppen. In J. Borchert (Hrsg.), *Handbuch der Sonderpädagogischen Psychologie* (S. 974–986). Göttingen: Hogrefe.

Grünke, M. & Wilbert, J. (2008). Offener Unterricht und Projektunterricht. In M. Fingerle & S. Ellinger (Hrsg.), *Sonderpädagogische Förderung: Förderkonzepte auf dem Prüfstand* (S. 13–33). Stuttgart: Kohlhammer.

Haffner, J., Baro, K., Parzer, P. & Resch, F. (2005). *Heidelberger Rechentest (HRT 1-4)*. Göttingen: Hogrefe.

Harris, K. R., Graham, S. & Mason, L. H. (2003). Self-regulated strategy development in the classroom: Part of a balanced approach to writing instruction for students with disabilities. *Focus on Exceptional Children, 35*, 1–16.

Hasselhorn, M., Marx, H. & Schneider, W. (2005). *Diagnostik von Mathematikleistungen*. Göttingen: Hogrefe.

Heward, W.L. (2003). Ten faulty notions about teaching and learning that hinder the effectiveness of special education. *The Journal of Special Education, 36*, 186–205.

Kern, H. (1997). *Einzelfallforschung*. Weinheim: Beltz.

Kroesbergen, E.H. & van Luit, J.E.H. (2003). Mathematics interventions for children with special educational needs: A meta-analysis. *Remedial and Special Education, 24*, 97–114.

Kullik (im Druck). Computerunterstützte Trainingsprogramme. In G.W. Lauth, M. Grünke & J. Brunstein (Hrsg.), *Interventionen bei Lernstörungen: Förderung, Training und Therapie in der Praxis*. Göttingen: Hogrefe.

Lauth, G.W. & Grünke, M. (2005). Interventionen bei Lernstörungen. *Monatsschrift Kinderheilkunde, 153*, 640–648.

Lovitt, S. (1994). Strategies for adapting science textbooks for youth with learning disabilities. *Remedial and Special Education, 15*, 105–116.

McIntyre, S.B., Test, D.W., Cooke, N.L. & Beattie, J. (1991) Using count-bys to increase multiplication facts fluency. *Learning Disability Quarterly, 14*, 82–88.

Moomaw, S. & Hieronymus, B. (2011).*More Than Counting: Whole Math Activities for Preschool and Kindergarten*. St. Paul, MN: Redleaf.

Moser Opitz (2008). *Zählen-Zahlbegriff-Rechnen: Theoretische Grundlagen und eine empirische Untersuchung zum mathematischen Erstunterricht in Sonderklassen*. Bern: Haupt.

Oswald & Roth (1987). *Zahlen-Verbindungs-Test (ZVT)*. Göttingen: Hogrefe.

Reid, R. & Lienemann, T.O. (2006). *Strategy Instruction for Students with Learning Disabilities*. New York, NY: Guilford Publications.

Scheffler, K. & Grünke, M. (2010). Denken. In B. Hartke, K. Koch & K. Diehl (Hrsg.), *Förderung in der schulischen Eingangsstufe* (S. 143–162). Stuttgart: Kohlhammer.

Schulz, A. & Moog, W. (2007). Förderung des Rechnens. In F. Linderkamp & M. Grünke (Hrsg.), *Lern- und Verhaltensstörungen* (S. 221–230). Weinheim: Beltz.

Scruggs, T.E., Mastropieri, M.A., Cook, S.B. & Escobar, C. (1986). Early intervention for children with conduct disorders: A quantitative synthesis of single-subject research. *Behavioral Disorders, 11*, 260–271.

Simon, H. & M. Grünke (2010). *Förderung bei Rechenschwäche*. Stuttgart: Kohlhammer.

Stein, M., Kinder, D.,Silbert, J. & Carnine, D.W. (2006). *Designing Effective Mathematics Instruction: A Direct Instruction Approach*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Stern, E., Hasemann, K. & Grünke, M. (im Druck). Aufbau elaborierter Rechenfertigkeiten. In G.W. Lauth, M. Grünke & J. Brunstein (Hrsg.), *Interventionen bei Lernstörungen: Förderung, Training und Therapie in der Praxis*. Göttingen: Hogrefe.

Yeaton, W.H. (1982). A critique of the effectiveness of applied behavior analysis research. *Advances in Behavior Research and Therapy, 4*, 75–96.

Anschrift der Autoren

Prof. Dr. Matthias Grünke
Universität zu Köln
Department Heilpädagogik & Rehabilitation
Klosterstraße 79b
50931 Köln
matthias.gruenke@uni-koeln.de