

Empirische Sonderpädagogik, 2018, Nr. 1, S. 21-38
ISSN 1869-4845 (Print) · ISSN 1869-4934 (Internet)

Unterschiede in der Strategienutzung beim Lösen konkret-operationaler Konzepte zwischen lernstarken und lernschwachen Kindern

Moritz Börnert-Ringleb & Jürgen Wilbert

Universität Potsdam

Zusammenfassung

Das Beherrschen konkret-operationaler Aufgaben stellt einen wichtigen Aspekt der kognitiven Entwicklung dar. Es steht in einem Zusammenhang mit unterschiedlichen Maßen schulischen Lernerfolgs. Gleichzeitig werden interindividuelle Unterschiede im Ausmaß des Beherrschens dieser Kompetenzen deutlich. So zeigen Kinder mit Lernbeeinträchtigungen geringere Kompetenzen als Gleichaltrige. Ein möglicher Erklärungsansatz für die beschriebenen Unterschiede kann in dem mit der Aufgabenbearbeitung verbundenen Strategieeinsatz gesehen werden. Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es daher, Unterschiede zwischen lernstarken und lernschwachen Kindern sowohl in der Kompetenz zur Lösung konkret-operationaler Konzepte als auch in der damit einhergehenden Strategienutzung aufzuzeigen. Dazu wird das Strategienutzungsverhalten von 35 lernschwachen Kindern und 23 lernstarken Kindern beim Lösen konkret-operationaler Konzepte (Zählerhaltung, Klassifikation und Reihenfolgen) verglichen. Die Ergebnisse zeigen eine häufigere Lösung konkret-operationaler Konzepte durch die Gruppe der lernstarken Kinder. In Bezug auf den Strategieeinsatz sind die Ergebnisse nicht eindeutig. Lernschwache Kinder wenden einzelne Strategien häufiger an, während lernstarke Kinder andere Strategien häufiger anwenden. Es zeigen sich keine Interaktionseffekte zwischen Gruppenzugehörigkeit und Strategieeinsatz auf die Anzahl richtiger Lösungen. Die Ergebnisse zeigen, dass die vorliegenden Unterschiede in der Fähigkeit zum Lösen konkret-operationaler Konzepte nicht auf den allgemeinen Strategieeinsatz zurückzuführen sind. Vielmehr erscheint es, dass sich die Gruppen im Einsatz spezifischer Strategien unterscheiden.

Schlagwörter: Strategieinstruktion, Piaget, Lernen, Kognitive Prozesse, Lernstörungen

Differences between high- and low-achieving students in their application of strategies for solving concrete-operational concepts

Abstract

Mastery of concrete-operational concepts depicts an important aspect of cognitive development. It is associated with a range of learning outcomes. At the same time, interindividual differences in the mastery of these concepts become clear. Students with learning disabilities thereby show lower levels of mastery. Reasons for such differences might be seen in differences in the application of required strategies in order to solve these tasks. Therefore, the aim of the study at hand is to examine differences between high- and low-achieving students in their ability to master con-

crete-operational concepts. In addition, differences in the application of strategies between the two groups and the question to what extent the application of strategies contributes to correct solution, are explored. To answer these questions, thinking-aloud protocols of 35 low-achieving students and 23 high-achieving students are compared. Multivariate analyses of variance are applied to examine differences between the groups regarding mastery of concrete-operational concepts and used strategies. In addition, interaction effects of the use of strategies and group affiliation on the number of correct solutions are examined. In the results, it becomes clear, that high achieving students solve more classification as well as sequences tasks than low-achieving students. In terms of the used strategies, results are not as clear, as some strategies are more frequently applied by low-achieving students and others by high-achieving students. Moreover, no significant interaction-effects between group affiliation and strategy use on the number of correct solutions can be described. The results indicate that low-and high-achieving do not differ in the general strategy use, but in the use of specific strategies.

Keywords: Strategy instruction, Piaget, Learning, Learning problems

Das konkret-operationale Stadium stellt einen wichtigen Entwicklungsschritt im Modell der kognitiven Entwicklung nach Piaget dar (Piaget, 2015). Das Denken in diesem Stadium zeichnet sich durch das Beherrschens konkreter Operationen wie der Erhaltung von Mengen und Zahlen, Klasseninklusion, Klassifikation oder Seriation aus. In solchem konkret-operationalem Denken werden zudem Parallelen zu anderen Konzepten der Denkforschung deutlich, wie z.B. dem induktiven Denken (Klauer, 2014). Solche Prozesse des Entdeckens „von Regelmäßigkeiten oder Gesetzmäßigkeiten“ (Klauer, 2014, S.6) werden ebenfalls durch Aufgabenformate wie z.B. Analogien, Klassifikationen, Kategorisierungen, Folgen oder Matrizen erfasst (Klauer & Phye, 2008; Klauer, 2001) und stehen in einem Zusammenhang mit Intelligenzkomponenten wie der fluiden Intelligenz (Horn & Cattell, 1966; Klauer, 2014).

Gleichwohl in den letzten Jahrzehnten Kritik an Aspekten des Modells der kognitiven Entwicklung von Piaget geübt wurde (für einen Überblick siehe Lourenco & Machadi, 1996), können zahlreiche Studien positive Zusammenhänge des Beherrschens einzelner konkret-operationaler Konzepte und Kriterien schulischer Leistung dokumentieren. In diesem Sinne steht das Niveau konkret-operationalen Denkens in einem Zusammenhang mit der allgemeinen schulischen

Leistung (Hattie, 2009; Jordan & Brownlee, 1981). Darüber hinaus geben Studien Hinweise auf einen Zusammenhang des Beherrschens konkret-operationaler Konzepte und Maßen der Leistungsgüte und -geschwindigkeit in unterschiedlichen akademischen Dimensionen, wie z.B. mathematischer Leistung oder Lesekompetenz (Cartwright, 2002; Wubbena, 2013). Insbesondere im Kontext der Beschreibung mathematischer Entwicklung, nehmen konkret-operationale Konzepte eine wichtige Position ein (Krajewski, Grüßing & Peter-Koop, 2009). Gleichzeitig werden jedoch häufig interindividuelle Unterschiede zwischen Kindern hinsichtlich des Beherrschens konkret-operationaler Konzepte deutlich. So berichtete bereits Wember (1986) von Unterschieden in der Häufigkeit richtiger Lösungen konkret-operationaler Konzepte zwischen Kindern mit und ohne Lernbeeinträchtigungen. Ähnliche Befunde beschreiben Fakouri (1991) und Riley (1989).

Einen möglichen Erklärungsansatz für die beschriebenen Unterschiede im Lösen konkret-operationaler Konzepte stellen Unterschiede im Einsatz spezifischer Strategien dar. So zeigen Studien, dass sich Unterschiede im Lösen konkret-operationaler Konzepte durch Unterschiede in der Häufigkeit und der Qualität der eingesetzten Strategien erklären lassen (Börnert-Ringleb & Wilbert, in Begutachtung; Börnert & Wilbert, 2015;

Brainerd, 1983; für einen Überblick über die involvierten Strategien siehe Anhang 1). So trägt beispielsweise das Überprüfen von Reihe und Spalte zur Lösung von Matrizenaufgaben bei (Börnert-Ringleb & Wilbert, in Begutachtung).

Strategien werden in diesem Sinne als eine Abfolge bewusster mentaler Operationen verstanden, welche auf die Lösung eines spezifischen Problems bzw. einer spezifischen Aufgabe ausgerichtet sind (Bjorklund, 2012; Pressley & Hilden, 2006). Eine Passung von eingesetzten Strategien und den Anforderungen einer Aufgabe führt zu einer Erleichterung der Aufgabenbearbeitung und einer erhöhten Lösungswahrscheinlichkeit. Der Einsatz von Strategien ist dabei bewusst und kontrollierbar (Pressley & Hilden, 2006; Shaffer & Kipp, 2010). Verschiedene Studien dokumentieren Zusammenhänge eines angemessenen Strategieeinsatzes und schulischen Lernerfolgs, wie z.B. der Mathematikleistung (Askeland, 2012; Torbeyns, Verschaffel & Ghesquière, 2006), der Lesekompetenz (Hong-Nam, Leavell & Maher, 2014) oder dem Problemlösen in naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern (Akyol, Sungur & Tekkaya, 2010).

In Zusammenhang mit dem Einsatz von Strategien, werden Unterschiede zwischen Kindern deutlich. So gewinnt die Qualität der eingesetzten Strategie mit zunehmender Entwicklung der Kinder an Komplexität und Effektivität (Bjorklund, 2012; Siegler, 1996; Waters & Schneider, 2010). Neben solchen intraindividuellen Unterschieden werden jedoch auch interindividuelle Unterschiede zwischen gleichaltrigen Kindern deutlich. Bosson et al. (2010) leiten her, dass Kinder mit Lernbeeinträchtigungen seltener Strategien anwenden als Gleichaltrige. Zudem zeichne sich der Strategieeinsatz dieser Schülergruppe durch eine geringere Effektivität aus (Bosson et al., 2010; Pressley & Levin, 1987). Diese Beobachtungen können ebenfalls für den spezifischen Bereich der Anwendung von Strategien beim Lösen mathematischer Aufgaben (Krawec, Huang, Montague, Kressler & Melia de Alba, 2013)

als auch für den Bereich der Lese- und Schreibstrategien beschrieben werden (Krawec et al., 2013; Roberts, Torgesen, Boardman & Scammacca, 2008). Solche ausbleibende Effekte spontan produzierter Strategienutzung werden unter anderem als *Nutzungsdefizite (utilization deficiencies)* beschrieben (Bjorklund, Coyle & Gaultney, 1992). Gaultney (1998) erklärt solche Nutzungsdefizite eingesetzter Strategien mit einer durch den Strategieeinsatz erhöhten kognitiven Belastung. So kann der Strategieeinsatz die mit der Aufgabenstruktur verbundene kognitive Belastung (*cognitive load*) zusätzlich erhöhen (Sweller, 1988) und infolgedessen Kapazitäten des Arbeitsgedächtnisses binden, welche für die Aufgabenlösung notwendig sind. Kinder mit Lernschwierigkeiten zeigen Beeinträchtigungen der Arbeitsgedächtniskapazität (Brandenburg et al., 2015; Moll, Göbel, Gooch, Landerl & Snowling, 2016) und können daher möglicherweise anfälliger für Nutzungsdefizite im Strategiegebrauch sein. Verbesserungen im Strategieeinsatz führen somit zu einer Reduktion der Arbeitsgedächtnisbelastung und zu einer möglichen Verschiebung dieser Ressourcen auf andere Aufgabenaspekte (Imbo & Vandierendonck, 2007). Neben den beschriebenen Nutzungsdefiziten werden *Produktionsdefizite (production deficiencies)* als weiteres Charakteristikum der Strategienutzung von Kindern beschrieben (Aslan, Staudigl, Samenieh & Bäuml, 2010; Bos & Filip, 1984). So sind die Kinder zwar in der Lage bestimmte Strategien unter Anleitung korrekt anzuwenden, können dies jedoch nicht spontan selbst produzieren. Kausale Erklärungen eines solchen Phänomens umfassen eine fehlende metakognitive Steuerung des Arbeitsprozesses (Bos & Filip, 1984). In diesem Falle erscheint ebenfalls die Gruppe der Schüler und Schülerinnen mit Lernbeeinträchtigung von einer solchen Problematik bedroht, als dass für diese Schülergruppe geringere metakognitive Kontrollprozesse beschrieben werden (Gold, 2011).

Unterschiede zwischen Schülergruppen in der Fähigkeit konkret-operationale Kon-

zepte zu lösen, können vor dem beschriebenen Hintergrund durch unterschiedliche Perspektiven erklärt werden. Schwierigkeiten im Problemlöseprozess können durchaus durch geringe Fähigkeiten metakognitiver Steuerung und eine damit reduzierte Strategienutzung (*Produktionsdefizite*) als auch durch fehlende Ressourcen der Informationsverarbeitung und eine damit einhergehende ineffektive Strategienutzung (*Nutzungsdefizite*) begründet sein. In diesem Sinne können sich Kinder hinsichtlich der Effizienz, der Qualität und der Quantität der eingesetzten Strategien beim Lösen konkret-operationaler Konzepte unterscheiden.

Zahlreiche Studien untersuchen den generellen Einsatz von Strategien beim Lösen konkret-operationaler Konzepte (Bellin, 1965; Börnert & Wilbert, 2015; Fragaszy, Galloway, Johnson-Pynn & Brakke, 2002; Freund, Baker & Sonnenschein, 1990; Kospentaris, Spyrou & Lappas, 2011). Börnert-Ringleb und Wilbert (in Begutachtung) können Unterschiede in der Effektivität der eingesetzten Strategien zwischen Aufgabebearbeitungsprozessen aufzeigen. Gleichzeitig fehlen jedoch Einblicke in Prozesse beim Lösen konkret-operationaler Konzepte für die Gruppe der Schüler und Schülerinnen mit Lernschwierigkeiten.

Vor dem Hintergrund der beschriebenen Produktions- und Nutzungsdefizite erscheint es möglich, dass der Strategieeinsatz von Kindern mit Lernschwierigkeiten einerseits als reduziert und andererseits als weniger effektiv im Vergleich zu Gleichaltrigen beschrieben werden kann. Es ist unklar, ob sich Unterschiede in der Kompetenz zur Bearbeitung konkret-operationaler Konzepte zwischen Schülerinnen und Schülern mit Lernschwierigkeiten und Gleichaltrigen durch Variablen des Strategieeinsatzes und damit zusammenhängend dem möglichen Vorliegen von Produktions- und Nutzungsdefiziten erklären lassen. Zur Konstruktion und Auswahl geeigneter Förderansätze für die Gruppe der Lernenden mit Lernschwierigkeiten sind jedoch Einblicke in die genauen Ursachen der Unterschiede in der

Bearbeitung konkret-operationaler Konzepte notwendig. Mögliche aufgezeigte Nutzungs- und Produktionsdefizite könnten für Strategieinstruktionen als geeignete Interventionen zur Förderung konkret-operationalen Denkens sprechen.

In der vorliegenden Arbeit sollen daher Fragen nach möglichen Unterschieden in der Strategienutzung beim Lösen konkret-operationaler Konzepte zwischen lernschwachen Kindern und lernstarken Gleichaltrigen adressiert und dabei untersucht werden, wie diese in Zusammenhang zur Kompetenz der Bearbeitung konkret-operationaler Konzepte stehen. Dabei soll insbesondere das mögliche Vorliegen von Produktions- und Nutzungsdefiziten fokussiert werden. Es ergeben sich daher die folgenden Forschungsfragen:

- **Forschungsfrage 1:**

In welchem Maße unterscheiden sich lernschwache und lernstarke Kinder in der Häufigkeit richtiger Lösungen konkret-operationaler Konzepte?

Vor dem beschriebenen theoretischen Hintergrund lässt sich erwarten, dass lernstarke Kinder höhere Lösungshäufigkeiten konkret-operationaler Konzepte zeigen als lernschwache Kinder.

In Anbetracht der beschriebenen Unterschiede im Einsatz von Strategien zwischen Kindern mit und ohne Lernschwierigkeiten lassen sich zudem Unterschiede in den eingesetzten Strategien bei der Bearbeitung konkret-operationaler Konzepte erwarten. Im Anschluss an die Prüfung der ersten Forschungsfrage soll daher das Ausmaß möglicher Unterschiede im Einsatz von Strategien bei der Bearbeitung konkret-operationaler Konzepte untersucht werden. Dies führt zur zweiten Forschungsfrage:

- **Forschungsfrage 2:**

In welchem Maße unterscheiden sich lernschwache und lernstarke Kinder bei der Anwendung von Strategien beim Lösen konkret-operationaler Konzepte?

In Bezug auf diese Fragestellung kann vor dem Hintergrund der beschriebenen häufiger ausbleibenden spontanen Produktion von Strategien durch Kinder mit Lernschwierigkeiten (Produktionsdefizite) erwartet werden, dass lernschwache Kinder einen selteneren Einsatz von Strategien als lernstarke Kinder zeigen.

Zusätzlich lässt sich auf Grundlage der beschriebenen Evidenzen zu ausbleibender Effektivität eingesetzter Strategien von Kindern mit Lernschwierigkeiten (Nutzungsdefizite) folgern, dass sich die Wirksamkeit des Einsatzes spezifischer Strategien beim Lösen konkret-operationaler Konzepte zwischen lernschwachen und lernstarken Kindern unterscheidet, daher soll zudem die folgende dritte Forschungsfrage im Fokus stehen:

- **Forschungsfrage 3:**

In welchem Maße beeinflusst die Gruppenzugehörigkeit den Einfluss der eingesetzten Strategien auf das Lösen konkret-operationaler Konzepte?

Dabei lässt sich vor dem Hintergrund von Nutzungsdefiziten auf Seiten der lernschwachen Kinder vermuten, dass die Zugehörigkeit zur Gruppe der lernstarken Kinder einen positiven Einfluss auf den Effekt der angewendeten Strategien auf die Anzahl richtig gelöster Aufgaben hat.

Methoden

Stichprobe

Zur Prüfung der beschriebenen Hypothesen wurde eine Stichprobe an sieben Grundschulen gezogen. Nach Abfrage des Einverständnisses der Eltern bezüglich der Teilnahme ihrer Kinder an der Studie erklär-

ten sich die Eltern von insgesamt 199 Kindern der ersten und zweiten Klasse zur Teilnahme bereit. Von diesen Kindern wurden auf Grundlage der Ergebnisse einer Lehrereinschätzung und eines kognitiven Grundleistungstestes 58 Kinder für die in der Folge vorgestellten Analysen ausgewählt (siehe Beschreibung des Ablaufs). Die Auswertung erfolgt in einem quasiexperimentellen Zweigruppen-Design. Gruppe 1 setzt sich aus 35 lernschwachen Kindern zusammen. Gruppe 2 umfasst hingegen 23 Kinder, die als stark in Bezug auf das schulische Lernen einzustufen sind. Die beiden Gruppen unterscheiden sich nur gering hinsichtlich der Kriterien Alter in Jahren (Gruppe 1: $M = 7.00$, $SD = 0.71$; Gruppe 2: $M = 7.00$, $SD = 0.52$) und Geschlecht (Gruppe 1: 39% weiblich, 61% männlich; Gruppe 2: 46% weiblich, 54% männlich). Die Durchführung der Studie wurde durch das Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg hinsichtlich der Relevanz der Forschung und Datenschutzrichtlinien geprüft und genehmigt.

Eingesetzte Instrumente

Zur Erfassung der kognitiven Grundleistung wurde der CFT 20-R (Culture-Fair-Test; Weiß, 2006) eingesetzt. Die gegenwärtige schulische Leistung wurde anhand eines Lehrerfragebogens abgefragt.

Die konkret-operationalen Konzepte der Zahlerhaltung, Klassifikation und Reihenfolgen wurden mittels drei Subskalen (Zahlerhaltung, Matrizen und Reihenfolgen) der Testbatterie zur Erfassung kognitiver Operationen (TEKO; Winkelmann, 1975) untersucht (s. Abbildung 1). Die ausgewählten Subskalen stellen zentrale Operationen in den Überlegungen Piagets dar (Piaget, 2015). Zudem konnte in Vorarbeiten (Börnert & Wilbert, 2015) eine hohe strategische Aktivität in diesen Subskalen beschrieben werden.

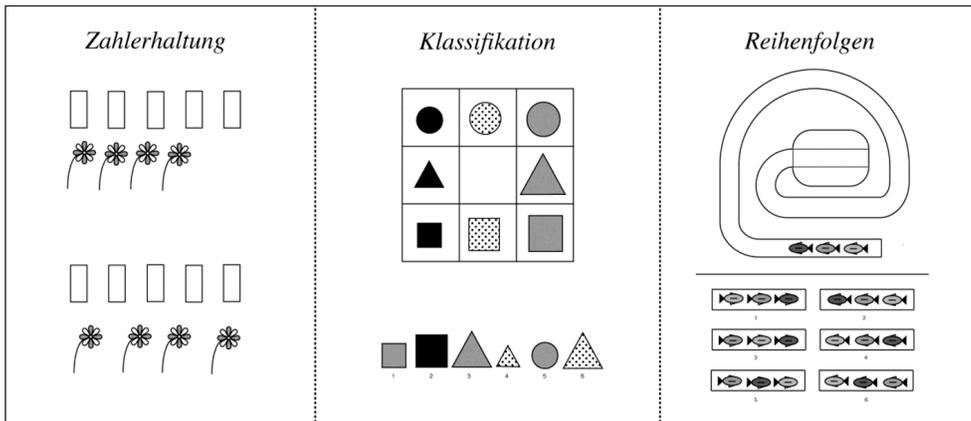


Abbildung 1. Eingesetzte Aufgabeformate zur Erfassung konkret-operationaler Konzepte (Aufgaben aus nutzungsrechtlichen Gründen nicht aus dem Originalmaterial).

Zur Erfassung der eingesetzten Strategien wurde die Methode des lauten Denkens genutzt (Ericsson & Simon, 1993).

Ablauf der Untersuchung

In einem ersten Schritt wurde ein Test zur Erfassung der intellektuellen Fähigkeiten (CFT 20-R; Weiß, 2006) durch geschulte Testleiter durchgeführt. Im Anschluss nahmen 81 Kinder auf Grundlage der Zugehörigkeit zum ersten oder vierten Leistungsquartil im CFT an einem zweiten Schritt der Datenerhebung teil. Alle Kinder, welche dieses Kriterium nicht erfüllten, wurden für die folgenden Schritte der Datenerhebung ausgeschlossen. Im zweiten Schritt der Datenerhebung wurde die Fähigkeit zum Lösen konkret-operationaler Konzepte sowie die Strategienutzung der ausgewählten Kinder beim Lösen der Aufgaben in Einzeltestungen erfasst. Dabei sollten die Kinder eine Auswahl an Aufgaben lösen, welche zentrale konkret-operationale Konzepte prüften (Zählerhaltung, Matrizen und Reihenfolgen). Vor dem Problemlöseprozess wurden die Kinder dazu angehalten, während der Aufgabenbearbeitung laut zu denken (Ericsson & Simon, 1993) und ihre Gedanken zu verbalisieren. Zur Einführung in dieses Vorgehen wurden vor Bearbeitung der relevanten Zielaufgaben Übungsaufgaben aus dem Fördermaterial

„Keiner ist so schlau wie ich!“ (Marx, Bleyenberg & Klauer, 2009) bearbeitet. Dabei wurden jeweils drei Aufgaben aus dem Material genutzt. Die Vorbereitung diente der Bekanntmachung mit dem Prozess des lauten Denkens. Es wurde keine Rückmeldung zur den Inhalten der Verbalisierung, sondern lediglich zum Verbalisierungsprozess gegeben. Die Struktur des Übungsmaterials entsprach nicht den Zielaufgaben im eigentlichen Teil der Datenerhebung, sodass nicht zu erwarten ist, dass die Übungsphase einen Einfluss auf die strategische Aktivität in der Phase der eigentlichen Datenerhebung hat. Während der Lösung der konkret-operationalen Konzepte wurden die Kinder gegebenenfalls durch die Testleiter zur Verbalisierung ermutigt und erinnert. Der Einsatz dieser Impulse erfolgte jedoch unsystematisch und nach individueller Entscheidung durch die Testleiter. Die Anzahl der gegebenen Impulse wurde nicht erfasst. Die Verbalisierungen der Kinder wurden aufgezeichnet (Video und Audio), im Anschluss transkribiert und codiert.

Im Anschluss wurden die teilnehmenden Kinder in zwei Extremgruppen verteilt. Zur Zuordnung in die Gruppe der lernstarken und lernschwachen Kinder wurde neben der Quartilszugehörigkeit im CFT die Einschätzung der Lehrkräfte hinsichtlich der gegenwärtigen schulischen Leistung (0-10) als

weiteres Kriterium genutzt. In die Gruppe der *lernstarken* Kinder wurden Kinder zugeordnet, die sich im Quartil drei oder vier des Lehrerratings befanden und zugleich im CFT im vierten Quartil. Die Gruppe der *lernschwachen* Kinder wurde aus den Kindern des zweiten und ersten Quartils des Lehrerratings gebildet, die zugleich im ersten Quartil des CFT lagen. Kinder, welche diese Kriterien nicht erfüllten, wurden für die weiteren Auswertungsschritte ausgeschlossen.

Datenaufbereitung

Die Videoaufnahmen des Problemlöseprozesses der Kinder wurden mit dem Programm MAXQDA (VERBI Software, 2014) aufbereitet. Die durchschnittliche Videolänge beträgt ca. 18 Minuten. Neben verbalen Äußerungen wurden auch nonverbale Gesten (z.B. mit dem Finger zeigen, zählen mit den Fingern) in die Transkripte aufgenommen. Die erstellten Transkripte wurden in einem zweiten Schritt mit Hilfe eines Codierleitfadens codiert. Der Codierleitfaden wurde anhand der Ergebnisse einer explorativen Vorstudie entwickelt (Börnert & Wilbert, 2015). Je Aufgabenformat lagen spezifische Codes vor, welche strategische Operationen beschreiben, die in einer Vorstudie während der Aufgabenbearbeitung eingesetzt wurden (s. Anhang 1). Pro bearbeitete Aufgabe konnte je einmal beurteilt werden, ob diese strategische Operationen angewendet wurde oder nicht. Je Aufgabe konnten mehrere strategische Operation als angewendet codiert werden. Die Beschreibung der Codes wurde durch passende Beispielcodierungen begleitet. Nach einer durch die Autoren durchgeführten Codierschulung wurden zur Bestimmung der Interraterübereinstimmung zunächst 15% der gesamten Transkripte durch zwei Mitarbeitende codiert. Die Interraterübereinstimmung der Gesamtstichprobe liegt in einem akzeptablen Bereich (Cohens Kappa: $K = .45 - .62$; Prozent der Übereinstimmung: $P_A = 78 - 91$). Nach Erreichen der Übereinstimmung wurde jeweils die Hälfte der ver-

bleibenden Transkripte zur Codierung den beiden Hilfskräften zugeordnet.

Datenauswertung

Die Datenauswertung erfolgte unter der Nutzung der Software R (R Core Team, 2016).

Die erste und zweite Forschungsfrage wurden mittels multivariater Varianzanalysen ausgewertet. Hinsichtlich der ersten Forschungsfrage wurde der Effekt der Gruppenzugehörigkeit auf die Anzahl richtig gelöster konkret-operationaler Konzepte (Zählerhaltung, Matrizen und Reihenfolgen) fokussiert. Auf Grundlage der geringen Stichprobengröße sowie des möglichen Vorliegens von Voraussetzungsverletzungen wurde Pillais trace (Pillai V) als robuste Teststatistik zur Hypothesenprüfung ausgewählt. Im Anschluss erfolgte eine posthoc-Prüfung der Unterschiede in den jeweiligen Aufgabentypen mittels univariater Varianzanalysen. Zur Bestimmung der Effektgröße wird Cohens d berechnet. Ein ähnliches Vorgehen wurde zur Prüfung der zweiten Forschungsfrage gewählt, jedoch wurden in diesem Fall die Effekte der Gruppenzugehörigkeit auf die aggregierte Strategienutzung der jeweiligen Aufgabenformate untersucht. An dieser Stelle wurden in einem weiteren Schritt posthoc die Gruppenunterschiede beim Einsatz der einzelnen Strategien in den unterschiedlichen Aufgabenformaten untersucht.

Zur Beantwortung der dritten Forschungsfrage wurden spezifische Regressionsmodelle für den jeweiligen Aufgabentypus (Zählerhaltung, Matrizen und Reihenfolgen) berechnet. Kriteriumsvariable war jeweils die Anzahl richtig gelöster Aufgaben, während die eingesetzten strategischen Operationen, die Gruppenzugehörigkeit und die Interaktion zwischen strategischen Operationen und Gruppenzugehörigkeit als Prädiktorvariablen im Modell berücksichtigt wurden (Modelle I-III).

Tabelle 1: Gruppenunterschiede in der Anzahl richtig gelöster konkret-operationaler Konzepte (Zahlerhaltung, Matrizen und Reihenfolgen)

Aufgabenart	Lernschwach M (SD)	Lernstark M (SD)	Cohens <i>d</i>	<i>F</i> '	<i>p</i>
Zahlerhaltung	2.31 (0.75)	2.74 (0.44)	0.71	5.85	< .01*
Matrizen	1.86 (0.84)	2.65 (0.57)	1.15	15.59	< .05*
Reihenfolgen	1.45 (1.04)	2.35 (0.83)	0.97	11.88	< .01*

Anmerkungen: *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung, ¹ Post-hoc univariate Varianzanalyse, Schätzung des Gesamteffekts der Gruppenzugehörigkeit auf die Anzahl richtig gelöster Aufgaben erfolgte zuvor durch multivariate Varianzanalyse: Pillai *V* = 0.35, *F*(3, 54) = 9.70, *p* < .01.

Ergebnisse

Fragestellung 1:

In einem ersten Schritt wurde der Frage nachgegangen, ob sich zwischen den beiden zuvor beschriebenen Extremgruppen Unterschiede in der Lösungshäufigkeit konkret-

operationaler Konzepte zeigen lassen. Im Mittel zeigen lernstarke Kinder in allen Aufgabenformaten häufiger korrekte Lösungen (s. Tabelle 1). Im Vergleich zu lernschwachen Kindern zeigen sich mittelgroße bis große Effekte in der mittleren Lösungshäufigkeit (Zahlerhaltung: *d* = 0.71, Matrizen: *d* = 1.15 und Reihenfolgen: *d* = 0.97).

Tabelle 2: Gruppenunterschiede in der Häufigkeit des Einsatzes von Strategien je Subskala (je drei Aufgaben)

Aufgabenart	Lernschwach M (SD)	Lernstark M (SD)	Cohens <i>d</i>	<i>F</i> '	<i>p</i>
Zahlerhaltung Gesamt¹	6.03 (1.49)	5.91 (1.67)	- 0.07		
ZE 1 Zählen der Elemente	2.23 (0.94)	1.70 (1.02)	- 0.53	4.16	< .05*
ZE 2 Zuordnen der Elemente	1.08 (1.07)	1.30 (0.76)	0.24	0.72	.40
ZE 3 Kein Hinzufügen/Wegnehmen	0.17 (0.38)	0.43 (0.59)	0.50	4.27	< .05*
ZE 4 Erkennen der Gleichheit	2.26 (1.01)	2.00 (0.74)	-0.30	1.10	.30
ZE 5 Reversion	/	0.09 (0.29)	0.39	3.21	.07
Matrizen Gesamt²	5.14 (1.12)	5.96 (1.82)	0.51		
MA 1 Erkennen von Mustern	2.14 (0.80)	2.14 (0.80)	0.27	0.97	.33
MA 2 Überprüfen Spalte	0.95 (0.70)	0.96 (0.82)	0.16	0.40	.53
MA 3 Überprüfen Reihe	1.08 (1.03)	1.13 (0.69)	0.05	0.03	.86
MA 4 Integration Spalte/Reihe	0.31 (0.63)	0.74 (0.91)	0.52	4.39	< .05*
MA 5 Prüfen Antwortoptionen	0.68 (0.72)	0.82 (0.88)	0.17	0.44	.51
Reihenfolgen Gesamt³	4.86 (1.75)	6.22 (2.09)	0.69		
RF 1 Erkennen Ausgangsreihenfolge	1.65 (1.00)	1.00 (0.95)	- 0.67	6.22	< .05*
RF 2 Nachverfolgen Kugeln	0.97 (1.12)	1.83 (1.07)	0.79	8.31	< .01*
RF 3 Erkennen Permanenz mittl. Kugel	0.09 (0.37)	0.13 (0.46)	0.10	0.17	.69
RF 4 Erkennen Rotation	0.45 (0.85)	1.26 (1.09)	0.80	9.82	< .01*
RF 5 Aufteilen Reihenfolge	1.57 (1.17)	2.08 (1.04)	0.47	2.94	.09

Anmerkungen: Schätzung des Gesamteffekts der Gruppenzugehörigkeit auf die Anzahl eingesetzter Strategien beim Lösen konkret-operationaler Konzepte erfolgte durch multivariate Varianzanalyse: ¹Pillai *V* = 0.17, *F*(5, 52) = 2.10, *p* = .08. ²Pillai *V* = 0.11, *F*(5, 52) = 1.34, *p* = .26. ³Pillai *V* = 0.28, *F*(5, 52) = 4.18, *p* < .01*.

Zur inferenzstatistischen Prüfung wurde eine multivariate Varianzanalyse durchgeführt. In den Ergebnissen zeigt sich, dass die Gruppenzugehörigkeit einen signifikanten Effekt auf die Lösung von Zahlerhaltungs-, Matrizen- und Reihenfolgenaufgaben hat (Pillai $V = 0.35$, $F(3, 54) = 9.70$, $p < .01$). Die Unterschiede in der Lösungshäufigkeit in den einzelnen Aufgabenformaten zwischen den Gruppen bestätigen sich auch in den post hoc durchgeführten univariaten Varianzanalysen. So lassen sich Effekte der Gruppenzugehörigkeit auf die Anzahl gelöster Zahlerhaltungsaufgaben ($F(1, 56) = 5.85$, $p < .05$), die Anzahl gelöster Matrizenaufgaben ($F(1, 56) = 15.59$, $p < .01$) und die Anzahl gelöster Reihenfolgenaufgaben ($F(1, 56) = 11.88$, $p < .01$) zeigen.

Fragestellung 2:

In Ergänzung zu den Unterschieden in der Häufigkeit richtiger Lösungen bezieht sich die zweite Forschungsfrage auf das Vorliegen möglicher Unterschiede in der Nutzung von Strategien. Dabei wird bei deskriptiver Betrachtung der Ergebnisse deutlich, dass lernstarke Kinder insgesamt häufiger Strategien bei der Bearbeitung von Matrizen- und Reihenfolgenaufgaben anwenden als lernschwache Kinder ($d = 0.51$ bzw. $d = 0.69$) (siehe Tabelle 2). Bei Zahlerhaltungsaufgaben zeigt sich hingegen, dass sich nur sehr geringe bis keine Unterschiede aufzeigen lassen. Lernschwache Kinder wenden dabei geringfügig häufiger Strategien an als die lernstarken Kinder ($d = -0.07$).

Zusätzlich zur Betrachtung der aggregierten Strategienutzung lassen sich Unterschiede zwischen den Gruppen beim Einsatz der einzelnen Strategien in allen Aufgabenformaten beschreiben. Die Unterschiede zwischen den Gruppen variieren je nach eingesetzter Strategie stark ($-0.67 < d > 0.80$). Zur Prüfung der Hypothese, nach welcher lernstarke Kinder mehr Strategien beim Lösen konkret-operationaler Konzepte anwenden als lernschwache Kinder, wurden multivariate Varianzanalysen für alle Aufga-

benformate durchgeführt. In den Ergebnissen zeigt sich ein Effekt der Gruppenzugehörigkeit auf die eingesetzten Strategien in Reihenfolgenaufgaben (Pillai $V = 0.28$, $F(5, 52) = 4.18$, $p < .01$). Für Zahlerhaltungs- sowie Matrizenaufgaben, lassen sich die Effekte der Gruppenzugehörigkeit nicht zeigen (Zahlerhaltung: Pillai $V = 0.17$, $F(5, 52) = 2.10$, $p = .08$; Matrizen: Pillai $V = 0.11$, $F(5, 52) = 1.34$, $p = .26$). Auch in diesen Fällen wurden im Anschluss univariate Varianzanalysen durchgeführt. Dort zeigten sich Effekte der Gruppenzugehörigkeit auf den Einsatz einzelner Strategien in allen Aufgabenformaten. So scheinen lernschwache Kinder bei

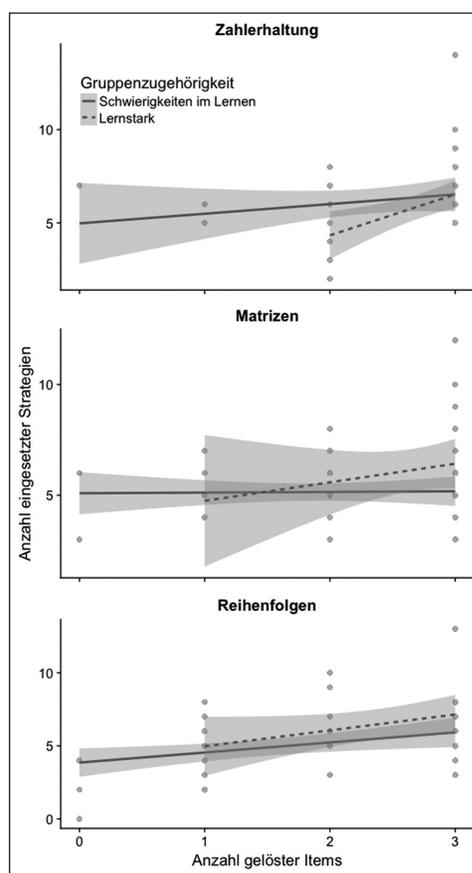


Abbildung 2. Der Zusammenhang von Gruppenzugehörigkeit, Strategienutzung und der Anzahl korrekt gelöster Aufgaben bei Berücksichtigung des 95 % - Konfidenzintervalls der Vorhersage.

der Bearbeitung von Zahlerhaltungsaufgaben häufiger die Strategie des Abzählens anzuwenden (*ZE1*; $d = -0.53$, $F = 4.16$, $p < .05$), während lernstarke Kinder häufiger erkennen, dass kein Element hinzugefügt oder weggenommen wurde (*ZE3*; $d = 0.50$, $F = 4.27$, $p < .05$). Bei Matrizenaufgaben integrieren lernstarke Kinder häufiger das Merkmal aus Reihen und Spalte (*MA4*; $d = 0.52$, $F = 4.39$, $p < .05$). Bei der Bearbeitung von Reihenfolgenaufgaben verfolgen lernstarke Kinder häufiger die Kugeln (*RF2*; $d = 0.79$, $F = 8.31$, $p < .01$) und erkennen dabei die Rotation dieser Kugeln (*RF4*; $d = 0.80$, $F = 9.82$, $p < .01$), während lernschwache Kinder häufiger die Ausgangsreihenfolge beschreiben (*RF1*; $d = -0.67$, $F = 6.22$, $p < .05$).

Fragestellung 3:

Hinsichtlich der Beantwortung der dritten Fragestellung nach möglichen Unterschieden im Einfluss der Strategienutzung auf die Anzahl richtiger Lösungen in Abhängigkeit der Gruppenzugehörigkeit werden auf deskriptiver Ebene Unterschiede im Verhältnis von Strategieeinsatz und Anzahl richtiger Lösungen in allen drei Subskalen deutlich (Abbildung 2). In den Regressionsanalysen (siehe Tabelle 3) können zwar Haupteffekte einzelner eingesetzter Strategien (*RF2*: $\beta = 0.42$; $t = 3.16$, $p < .01$; *RF4*: $\beta = 0.51$, $t = 2.83$, $p < .01$) auf die Anzahl korrekt gelöster Reihenfolgenaufgaben beschrieben werden, jedoch können diese Effekte nicht für die eingesetzten Strategien bei der Bearbeitung von Zahlerhaltungs- und Matrizenaufgaben beschrieben werden. Die Zugehörigkeit zur Gruppe der lernstarken Kinder hat in Reihenfolgen- und Matrizenaufgaben einen tendenziell positiven, jedoch nicht signifikanten und bei Zahlerhaltung einen tendenziell negativen, nicht signifikanten Einfluss auf die Anzahl richtig gelöster Items.

Bei Betrachtung der Interaktionseffekte wird deutlich, dass keiner der untersuchten Interaktionen einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl richtiger Lösungen hat. Bei alleiniger Betrachtung der Regressionskoeffizienten zeigt sich, dass insbesondere in Reihenfolgenaufgaben die Wirksamkeit der eingesetzten Strategien *RF1*-*RF4* tendenziell geringer für die lernstarken Kinder ist als für die lernschwachen Kinder ($-0.28 < \beta < 0.36$). In Matrizenaufgaben lassen sich diese Ergebnisse insbesondere für die Interaktion der Strategien *MA1* bzw. *MA2* und der Gruppenzugehörigkeit beschreiben ($\beta = -0.15$ bzw. $\beta = -0.16$). Der Einsatz von *MA5* scheint hingegen tendenziell wirksamer für lernstarke Kinder zu sein ($\beta = 0.30$). In Zahlerhaltungsaufgaben ist der Einsatz der Strategien *ZE2* und *ZE4* ebenfalls tendenziell wirksamer für lernstarke Kinder ($\beta = 0.25$ bzw. $\beta = 0.38$).

Diskussion

Insgesamt werden in den Ergebnissen deutliche Unterschiede, sowohl in der Häufigkeit richtiger Lösungen konkret-operationaler Konzepte als auch den eingesetzten Strategien, zwischen lernstarken und lernschwachen Kindern deutlich. In Bezug auf die erste Forschungsfrage nach Gruppenunterschieden in der Lösungshäufigkeit konkret-operationaler Konzepte lässt sich beschreiben, dass lernschwache Kinder geringere Häufigkeiten korrekter Lösung der konkret-operationalen Konzepte Klassifikation (Matrizen) und Reihenfolgen zeigen. Damit können Ergebnisse vorheriger Forschungsarbeiten erweitert werden, welche bereits Unterschiede zwischen Kindern mit Lernschwierigkeiten und Gleichaltrigen berichten (Fakouri, 1991; Riley, 1989; Wember, 1986). Vor diesem Hintergrund ergibt sich auch auf Grundlage dieser Arbeit die Notwendigkeit der Förderung konkret-operationalen Denkens in der Schuleingangsphase. In Erweiterung zu bestehenden Ergebnissen zu Unterschieden im konkret-operationalen Denken lag ein

Tabelle 3: Einfluss von Interaktionseffekten zwischen der Gruppenzugehörigkeit und Strategieinsatz auf die Anzahl richtiger Lösungen in den Subskalen Zahlerhaltung, Matrizen und Reihenfolgen.

	β (SE)	t	p
Modell I: Anzahl richtiger Lösungen Zahlerhaltung (AV)			
(Intercept)	1.88 (0.48)		
Strategie ZE1	0.16 (0.13)	1.22	.23
Strategie ZE2	-0.07 (0.11)	-0.58	.57
Strategie ZE4	0.07 (0.11)	0.60	.55
Gruppenzugehörigkeit	-0.44 (0.76)	-0.57	.57
ZE1 x Gruppenzugehörigkeit	-0.06 (0.19)	-0.29	.77
ZE2 x Gruppenzugehörigkeit	0.25 (0.22)	1.14	.26
ZE4 x Gruppenzugehörigkeit	0.38 (0.22)	1.74	.08
R ² = 0.240 F (11,46) = 2.234; p < .05*.			
Modell II: Anzahl richtiger Lösungen Matrizen (AV)			
(Intercept)	1.07 (0.63)		
Strategie MA1	0.34 (0.18)	1.86	.07
Strategie MA2	0.11 (0.21)	0.53	.60
Strategie MA3	0.03 (0.15)	0.20	.84
Strategie MA4	0.06 (0.22)	0.27	.79
Strategie MA5	-0.26 (0.19)	-1.33	.18
Gruppenzugehörigkeit	0.94 (0.89)	1.06	.30
MA1 x Gruppenzugehörigkeit	-0.16 (0.31)	-0.50	.62
MA2 x Gruppenzugehörigkeit	-0.15 (0.30)	-0.48	.63
MA3 x Gruppenzugehörigkeit	-0.01 (0.30)	-0.01	.99
MA4 x Gruppenzugehörigkeit	-0.01 (0.29)	0.20	.83
MA5 x Gruppenzugehörigkeit	0.30 (0.27)	1.09	.28
R ² = 0.348. F (11,46) = 2.234; p < .05*.			
Modell III: Anzahl richtiger Lösungen Reihenfolgen (AV)			
(Intercept)	0.44 (0.42)		
Strategie RF1	0.08 (0.15)	0.55	.59
Strategie RF2	0.42 (0.13)	3.16	< .01*
Strategie RF3	0.01 (0.39)	0.04	.98
Strategie RF4	0.51 (0.18)	2.83	< .01*
Strategie RF5	0.15 (0.13)	1.19	.24
Gruppenzugehörigkeit	1.25 (0.70)	1.79	.08
RF1 x Gruppenzugehörigkeit	-0.36 (0.26)	-1.37	.18
RF2 x Gruppenzugehörigkeit	-0.28 (0.24)	-1.18	.24
RF3 x Gruppenzugehörigkeit	-0.34 (0.58)	-0.59	.56
RF4 x Gruppenzugehörigkeit	-0.29 (0.27)	-1.07	.29
RF5 x Gruppenzugehörigkeit	0.01 (0.23)	0.25	.80
R ² = 0.527. F (11,46) = 4.571; p < .01*.			

Anmerkungen: -/-

Schwerpunkt in der vorliegenden Studie in der Fokussierung der von den Kindern im Lösungsprozess eingesetzten Strategien. In Bezug auf die zweite Fragestellung nach Gruppenunterschieden in den im Lösungsprozess eingesetzten Strategien kann dabei anhand der beschriebenen Ergebnisse die Vermutung gestützt werden, dass sich Unterschiede in der Häufigkeit der Strategie-

anwendung zwischen lernschwachen und lernstarken Kindern beschreiben lassen. Lernschwache Kinder wenden dabei insgesamt seltener Strategien bei der Bearbeitung von Matrizen- und Reihenfolgenaufgaben an als lernstarke Gleichaltrige. Diese Ergebnisse konnten jedoch nicht für Zahlerhaltungsaufgaben repliziert werden. Bei genauer Betrachtung der einzelnen eingesetzten Stra-

tegien wird zudem deutlich, dass insbesondere einzelne, bestimmte Strategien häufiger von lernschwachen Kindern eingesetzt werden. In diesem Sinne können Ausführungen vorheriger Studien, welche einen geringeren Einsatz von Strategien von Kindern mit Lernbeeinträchtigungen (Bosson et al., 2010) beschreiben, in Teilen bestätigt und gleichzeitig erweitert werden. Beim Lösen von Reihenfolgenaufgaben teilen lernstarke Kinder häufiger die Reihe in einzelne Elemente auf (RF5) und verfolgen den Verlauf dieser (RF2). Dabei erkennen sie häufiger, dass die Reihe im Verlauf rotiert (RF4). Lernschwache Kinder betrachten hingegen häufiger die Ausgangsreihenfolge (RF1). Ein alleiniges Betrachten der Ausgangsreihenfolge kann jedoch je nach Anforderungsstruktur der Aufgabe eher zu einer falschen Antwort führen.

Beim Lösen von Matrizenaufgaben zeigen sich bei der Betrachtung des Einsatzes spezifischer Strategien geringere Gruppenunterschiede. Lernstarke Kinder integrieren jedoch häufiger die Merkmale aus Reihe und Spalte der Matrize (MA4). Diese Operation stellt jedoch einen wichtigen Schritt im Lösungsprozess von Matrizenaufgaben dar. Lernstarke Kinder prüfen zudem häufiger die vorliegenden Antwortoptionen (MA5).

Im Lösungsprozess von Zahlerhaltungsaufgaben zählen lernschwache Kinder häufiger die Aufgabenelemente ab (ZE1), während lernstarke Kinder eher Zuordnungen zwischen den Elementen herstellen (ZE2).

Deutlich wird in allen Aufgabenformaten, dass sich lernschwache von lernstarken Kindern insbesondere durch einen reduzierten Einsatz von spezifischen Strategien unterscheiden, welche in vorherigen Arbeiten als im Lösungsprozess besonders hilfreiche Strategien eingestuft wurden (Börnert-Ringleb & Wilbert, in Begutachtung). Auf Grundlage der Studienkonzeption kann an dieser Stelle jedoch nicht geschlossen werden, ob es sich um Produktionsdefizite im engeren Sinne handelt oder nur um eine fehlende strategische Aktivität. Gleichzeitig lässt

sich diese Aussage auch dahingehend einschränken, als dass lernschwache Kinder durchaus in einem Maße Strategien anwenden, welches den Einsatz einzelner Strategien lernstarker Kinder sogar übersteigt. Neben den Unterschieden in der Häufigkeit eingesetzter Strategien wird in der Literatur auch eine geringere Effektivität des Strategiegebrauchs von Kindern mit Lernschwierigkeiten berichtet (Bosson et al., 2010; Gaultney, 1998). In diesem Zusammenhang sollte in dieser Studie die Möglichkeit des häufigeren Vorliegens von Nutzungsdefiziten (Bjorklund et al., 1992) bei lernschwachen Kindern untersucht werden. In Bezug auf diese dritte Fragestellung dieser Arbeit können die beschriebenen Interaktionseffekte (Tabelle 3) dabei diese Vermutung nicht stützen, sondern zeigen sogar eher, dass lernschwache Kinder in einigen Fällen ganz besonders von dem Einsatz spezifischer Strategien profitieren (z.B. Einsatz von Strategie RF1-RF4; MA1-MA2). Kritisch muss in diesem Zusammenhang jedoch angemerkt werden, dass diese beschriebenen Ergebnisse sich nur tendenziell aufzeigen lassen und nicht als signifikant bewertet werden können. Unterschiede in der Lösung in Teilen der untersuchten Aufgabenformate könnten sich daher primär durch eine fehlende strategische Aktivität erklären und nicht durch ausbleibende Effekte einer beobachtbaren strategischen Aktivität. Gleichzeitig kann dieser Befund als vielversprechender Impuls für den Nutzen von Ansätzen der Strategieinstruktionen für lernschwache Kinder im Bereich konkret-operationaler Konzepte gesehen werden, als dass sich diese Kinder insbesondere durch einen reduzierten Strategiegebrauch auszeichnen und gleichzeitig durchaus von der Anwendung von Strategien profitieren könnten. Auf Grundlage der beschriebenen Haupteffekte der eingesetzten Strategien auf die richtige Lösung und Ergebnissen vorheriger Arbeiten (Börnert-Ringleb & Wilbert, in Begutachtung) erscheint dabei jedoch insbesondere von Relevanz, welche Strategien instruiert werden, da verschiedene Strategien in unterschiedli-

chem Maße zum Lösungserfolg beitragen können.

Insgesamt wird in den Ergebnissen deutlich, dass die Förderung konkret-operationalen Denkens eine Notwendigkeit im Kontext der Schuleingangsphase darstellt, als dass diese Kompetenzen noch nicht in Gänze von allen Schülern und Schülerinnen beherrscht werden. Da lernschwache Kinder dabei seltener Strategien anwenden, erscheint die Instruktion von geeigneten Strategien ein möglicher Ansatz in der Förderung des konkret-operationalen Denkens. Neben reinen Förderansätzen erscheinen diese Erkenntnisse auch relevant für den diagnostischen Prozess, da notwendige Strategien aufgabenrelevantes Vorwissen darstellen, welches z.B. im Kontext von dynamischen Testansätzen genutzt werden kann, um mittels eingebetteter Förderung validere Aussagen über gegenwärtige Leistungsniveaus und Lernpotentiale treffen zu können (Börnert & Wilbert, 2016).

Limitationen

Eine Limitation der vorliegenden Arbeit liegt in der Operationalisierung von lernstarken und lernschwachen Schülern und Schülerinnen. So ist nicht eindeutig, inwieweit die Gruppe der lernschwachen Kinder mit der Gruppe der Kinder mit Lernschwierigkeiten bzw. Beeinträchtigungen im Lernen gleichzusetzen ist. Auf Grund des Designs und der Operationalisierung erscheint es zudem unklar, ob es sich bei den beschriebenen Befunden um eine Stärke der lernstarken Kinder bzw. um eine Schwäche der lernschwachen Kinder handelt. In diesem Zusammenhang ergibt sich die Notwendigkeit einer weiteren Kontrollgruppe (mittleres Leistungsniveau) oder einer Berücksichtigung des Lernniveaus als kontinuierliches Merkmal. Zudem basieren die komplexen Analysen auf einer verhältnismäßig kleinen Stichprobe. Diese ist auch der Komplexität des methodischen Vorgehens (lautes Denken) geschuldet. Nichtsdestotrotz wäre eine

Replikation der Studie mit einer größeren Stichprobe wünschenswert. Das gewählte methodische Vorgehen des lauten Denkens hat zudem den Nachteil, dass es zu einer Konfundierung zwischen der Fähigkeit zum Verbalisieren und der erfassten Strategienutzung kommen kann. So kann eine geringe strategische Aktivität einer geringen Kompetenz zum Verbalisieren entsprechen. Mögliche Unterschiede in der Strategienutzung könnten somit auch durch Unterschiede in der Fähigkeit zum Verbalisieren erklärt werden. Zudem ist die vorliegende Studie zwar in der Lage, mögliche Nutzungs- und Produktionsdefizite aufzuzeigen, fokussiert jedoch keine bedingenden Faktoren, die zu den Schwierigkeiten in der Strategienutzung führen (wie z.B. Arbeitsgedächtnis oder metakognitive Steuerung). Gleichzeitig könnten insbesondere diese Prozesse einen Einfluss auf die Effektivität von Strategien besitzen. Das Wissen über moderierende Einflüsse kann insbesondere für die Konstruktion angemessener Förderansätze hilfreich sein.

Anhang 1

Übersicht über die codierten strategischen Operationen je Aufgabenformat und Beispiele aus den Transkripten

Aufgabenart	Strategische Operation	Beispiel
Zählerhaltung	Zählen der Elemente	„S: Und weil 1,2,3,4,5 1,2,3,4,5 [zählt Hundehütten und Hunde]“
	Zuordnen der Elemente	„D: Weil ja noch zwei, zwei, zwei [bildet Paare aus einem Kehrblech und einem Handfeger].“
	Kein Hinzufügen/Wegnehmen	„S: Weil sie vermehren sich nicht und weniger werden sie auch nicht.“
	Erkennen der Gleichheit	„E: Weil nämlich hier das sind fünf [zeigt auf die Müllschippen] und das sind auch fünf [zeigt auf die Handfeger].“
	Reversion	„A: Na ich hab die jetzt einfach wieder hier hingeschoben, dann hab' ich gesehen, dass eine fehlt.“
Matrizen	Erkennen von Muster	„S: Weil es ist ein dunkler Kreis, ein leerer Kreis und ein gepunkteter Kreis [entlang 1. Spalte] und jetzt ist ein schwarzes Dreieck, ein leere Dreieck und dann müsste hier ja auch ein gepunktetes Dreieck hin [zeigt entlang 2. Spalte].“
	Überprüfen Spalte	„D: Na weil hier schwarz ist und dann weiß und hier so grau. Und ich hab einfach hier [zeigt auf die mittlere Spalte] geschaut, welches.“
	Überprüfen Reihe	„F: Weil die Nummer zwei ist genau gepunktet wie die beiden [zeigt auf die dritte waagerechte Reihe] und hier oben sind ja auch zwei Dreiecke, also hab' ich mir, also weiß man ja eigentlich, dass da die Nummer zwei hier reinkommt.“
	Integration Spalte/Reihe	„N: Weil hier sind nur Kreise [zeigt auf die erste Spalte], hier sind Dreiecke [zeigt auf die zweite Spalte] und hier sind die Vierecke. Und hier hat der Kreis ja solche kleinen Punkte [zeigt auf die unterste Reihe] und deswegen passt die zwei rein.“
	Prüfen Antwortoptionen	„L: Der hat..., den gibts nicht..., [fährt erneut die ersten zwei Reihen mit dem Finger entlang und zählt die Punkte darin] Eins, zwei, drei, vier, fünf, sechs, sieben [zählt die

Punkte in Lösungsmöglichkeit 1]. Eins, zwei, drei, vier, fünf, sechs [zählt die Punkte von Lösung 5]. Der hier, die Nummer 5.“

Reihenfolgen	Erkennen Ausgangsreihenfolge	„S: Ja weil, wenn hier jetzt genau die Reihenfolge angucke [zeigt im oberen Bild] dann muss man hier die gleiche Reihenfolge suchen [zeigt Haus 3].“
	Nachverfolgen Kugeln	„C: Weil, wenn die erst hier runter rollen [zeigt auf die erste Ecke], dann sehen, dann ist die, die Kugel mit den Punkten vorne, und dann rollen die nochmal um die Ecke, dann ist wieder der, die schwarze Kugel vorne.“
	Erkennen Permanenz mittlerer Kugel	„S: [macht wieder Handbewegung im oberen Bild] Guck mal, die dreht dich ja so, hier, und dann kommt es so an [zeigt Haus 1] hier aber die Mitte bleibt so wie sie ist.“
	Erkennen Rotation	„Also, und wenn es dann so aussieht, denn sieht's nicht so wie hier aus, sondern es sieht so aus, dass die schwarze ganz hinten ist, dann kommt hier die weiße, und dann hier die gepunktete.“
	Aufteilen Reihenfolge	„Hm, weil die weiße Kugel dann hier zuerst ist, dann die gepunktete, und dann die schwarze.“

Literatur

- Akyol, G., Sungur, S. & Tekkaya, C. (2010). The contribution of cognitive and metacognitive strategy use to students' science achievement. *Educational Research and Evaluation, 16*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/13803611003672348>
- Askeland, M. (2012). Sound-based strategy training in multiplication. *European Journal of Special Needs Education, 27*, 201–217. <https://doi.org/10.1080/08856257.2012.669110>
- Aslan, A., Staudigl, T., Samenieh, A. & Bäuml, K.-H. T. (2010). Directed forgetting in young children: Evidence for a production deficiency. *Psychonomic Bulletin & Review, 17*, 784–789. <https://doi.org/10.3758/PBR.17.6.784>
- Bellin, H. (1965). Learning and operational convergence in logical thought development. *Journal of Experimental Child Psychology, 2*(4), 317–339.
- Bjorklund, D. F. (2012). *Children's thinking: cognitive development and individual differences*. Belmont, CA: Wadsworth/Cengage Learning.
- Bjorklund, D. F., Coyle, T. R. & Gaultney, J. F. (1992). Developmental differences in the acquisition and maintenance of an organizational strategy: Evidence for the utilization deficiency hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology, 54*, 434–448.
- Börnert, M. & Wilbert, J. (2015). Thinking-aloud Protocols of Piagetian Tasks: Insights into Problem-solving Processes of Primary School Students. *Insights into Learning Disabilities, 12*, 19–34.

- Börnert, M. & Wilbert, J. (2016). Dynamisches Testen als neue Perspektive in der sonderpädagogischen Diagnostik - Theorie, Evidenzen, Impulse für Forschung und Praxis. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 67, 156–167.
- Börnert-Ringleb, M. & Wilbert, J. (in Begutachtung). Modelling strategic activity as an approach for the development of strategy instruction to promote concrete-operational concepts.
- Bos, C. S. & Filip, D. (1984). Comprehension monitoring in learning disabled and average students. *Journal of Learning Disabilities*, 17, 229–233.
- Bosson, M. S., Hessels, M. G. P., Hessels-Schlatter, C., Berger, J.-L., Kipfer, N. M. & Büchel, F. P. (2010). Strategy acquisition by children with general learning difficulties through metacognitive training. *Australian Journal of Learning Difficulties*, 15, 13–34. <https://doi.org/10.1080/19404150903524523>
- Brainerd, C. J. (1983). Varieties of strategy training in piagetian concept learning. In M. Pressley & J. R. Levin (Hrsg.), *Cognitive strategy research* (S. 3–27). New York, NY: Springer New York.
- Brandenburg, J., Kleszczewski, J., Fischbach, A., Schuchardt, K., Büttner, G. & Hasselhorn, M. (2015). Working memory in children with learning disabilities in reading versus spelling: Searching for overlapping and specific cognitive factors. *Journal of learning disabilities*, 48, 622–634.
- Cartwright, K. B. (2002). Cognitive development and reading: The relation of reading-specific multiple classification skill to reading comprehension in elementary school children. *Journal of Educational Psychology*, 94, 56–63. <https://doi.org/10.1037//0022-0663.94.1.56>
- Ericsson, K. A. & Simon, H. A. (1993). *Verbal reports as data (rev.ed)*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Fakouri, M. E. (1991). Learning disabilities: A piagetian perspective. *Psychology in the Schools*, 28, 70–76. [https://doi.org/10.1002/1520-6807\(199101\)28:1<70::AID-PITS2310280111>3.0.CO;2-7](https://doi.org/10.1002/1520-6807(199101)28:1<70::AID-PITS2310280111>3.0.CO;2-7)
- Fragaszy, D. M., Galloway, A. T., Johnson-Pynn, J. & Brakke, K. (2002). The sources of skill in seriating cups in children, monkeys and apes. *Developmental Science*, 5, 118–131.
- Freund, L. S., Baker, L. & Sonnenschein, S. (1990). Developmental changes in strategic approaches to classification. *Journal of Experimental Child Psychology*, 49, 343–362. [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(90\)90064-F](https://doi.org/10.1016/0022-0965(90)90064-F)
- Gaultney, J. F. (1998). Utilization deficiencies among children with learning disabilities. *Learning and Individual Differences*, 10, 13–28.
- Gold, A. (2011). *Lernschwierigkeiten: Ursachen, Diagnostik, Intervention* (1. Auflage). Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London ; New York: Routledge.
- Hong-Nam, K., Leavell, A. G. & Maher, S. (2014). The relationships among reported strategy use, metacognitive awareness, and reading Achievement of high school students. *Reading Psychology*, 35, 762–790. <https://doi.org/10.1080/02702711.2013.807900>
- Horn, J. L. & Cattell, R. B. (1966). Refinement and test of the theory of fluid and crystallized general intelligences. *Journal of educational psychology*, 57, 253.
- Imbo, I. & Vandierendonck, A. (2007). The development of strategy use in elementary school children: Working memory and individual differences. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96, 284–309. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2006.09.001>
- Jordan, V. B. & Brownlee. (1981). Meta-analysis of the relationship between piagetian and school achievement tests. Vortrag auf der 69. Annual Meeting of the American Educational Research Association, Los Angeles.
- Klauer, K. J. (2001). Training des induktiven Denkens. In K. J. Klauer (Hrsg.), *Handbuch kognitives Training* (S. 165–209). Göttingen: Hogrefe.

- Klauer, K. J. (2014). Training des induktiven Denkens – Fortschreibung der Metaanalyse von 2008. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 28, 5–19. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000123>
- Klauer, K. J. & Pbye, G. D. (2008). Inductive reasoning: A training approach. *Review of Educational Research*, 78, 85–123. <https://doi.org/10.3102/0034654307313402>
- Kospentaris, G., Spyrou, P. & Lappas, D. (2011). Exploring students' strategies in area conservation geometrical tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 77, 105–127.
- Krajewski, K., Grüßing, M. & Peter-Koop, A. (2009). Die Entwicklung mathematischer Kompetenzen bis zur Grundschulzeit. In A. Heinze & M. Grüßing (Hrsg.), *Mathematiklernen vom Kindergarten bis zum Studium: Kontinuität und Kohärenz als Herausforderung für den Mathematikunterricht* (S. 17–34). Münster New York München Berlin: Waxmann.
- Krawec, J., Huang, J., Montague, M., Kressler, B. & Melia de Alba, A. (2013). The effects of cognitive strategy instruction on knowledge of math problem-solving processes of middle school students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 36, 80–92. <https://doi.org/10.1177/0731948712463368>
- Lourenco, O. & Machadi, A. (1996). In defense of Piaget's theory: A reply to 10 common criticisms. *Psychological Review*, 103, 143–164.
- Marx, E., Bleyenbergh, M. & Klauer, K. J. (2009). *Keiner ist so schlau wie ich. Ein Förderprogramm für Kinder ab vier Jahren*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Moll, K., Göbel, S. M., Gooch, D., Landerl, K. & Snowling, M. J. (2016). Cognitive risk factors for specific learning disorder: Processing speed, temporal processing, and working memory. *Journal of learning disabilities*, 49, 272–281.
- Piaget, J. (2015). *Psychologie der Intelligenz*. (L. Goldmann, Übers.) (Vollst. durchges., überarb. und erw. Neuausg.). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Pressley, M. & Hilden, K. (2006). Cognitive strategies. In W. Damon & R. M. Lerner (Hrsg.), *Handbook of child psychology* (6th ed, S. 511–556). Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons.
- Pressley, M. & Levin, J. R. (1987). Elaborative learning strategies for the inefficient learner. In S. J. Ceci (Hrsg.), *Handbook of cognitive, social, and neuropsychological aspects of learning disabilities* (2. Aufl., S. 175–212). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- R Core Team. (2016). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria. Abgerufen von <https://www.R-project.org>
- Riley, N. J. (1989). Piagetian cognitive functioning in students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 22, 444–451.
- Roberts, G., Torgesen, J. K., Boardman, A. & Scammacca, N. (2008). Evidence-Based Strategies for Reading Instruction of Older Students with Learning Disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 23, 63–69. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2008.00264.x>
- Shaffer, D. R. & Kipp, K. (2010). *Developmental psychology: childhood and adolescence* (8th ed). Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning.
- Siegler, R. S. (1996). *Emerging minds: The process of change in children's thinking*. New York: Oxford University Press.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive science*, 12, 257–285.
- Torbeyns, J., Verschaffel, L. & Ghesquière, P. (2006). The development of children's adaptive expertise in the number domain 20 to 100. *Cognition and Instruction*, 24, 439–465. https://doi.org/10.1207/s1532690xc2404_2
- VERBI Software. (2014). MAXQDA. Software für qualitative Datenanalyse. (Version 11). Berlin: VERBI Software. Consult. Sozialforschung GmbH.

- Waters, H. S. & Schneider, W. (Hrsg.). (2010). *Metacognition, strategy use, and instruction*. New York: Guilford Press.
- Weiß, R. H. (2006). *CFT 20-R Grundintelligenztest Skala 2*. Göttingen: Hogrefe.
- Wember, F. B. (1986). *Piagets Bedeutung für die Lernbehindertenpädagogik – Untersuchungen zur kognitiven Entwicklung und zum schulischen Lernen bei Sonderschülern*. Heidelberg: Edition Schindele.
- Winkelmann, W. (1975). *Testbatterie zur Erfassung kognitiver Operationen (TEKO)*. Braunschweig: Westermann.
- Wubbena, Z. C. (2013). Mathematical fluency as a function of conservation ability in young children. *Learning and Individual Differences, 26*, 153–155. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.01.013>.

Moritz Börnert-Ringleb

Humanwissenschaftliche Fakultät
Universität Potsdam
Haus 31- 2.09
Karl-Liebknecht-Str. 24-25
14476 Potsdam-Golm
boernert@uni-potsdam.de

Erstmalig eingereicht: 02.11.2017

Überarbeitung eingereicht: 18.01.2018

Angenommen: 19.01.2018