

Meike GRÜBING<sup>1</sup>, Julia SCHWABE<sup>2</sup>, Aiso HEINZE<sup>1</sup>, Frank LIPOWSKY<sup>2</sup>, <sup>1</sup> Kiel / <sup>2</sup> Kassel

## **Adaptive Strategiewahl bei Additions- und Subtraktionsaufgaben - eine experimentelle Studie zum Vergleich zweier Instruktionsansätze**

### **Theoretischer Hintergrund**

Die Entwicklung der Kompetenz zur adaptiven Wahl von Rechenstrategien gilt als ein bedeutendes Ziel des Mathematikunterrichts in der Grundschule. Ergebnisse verschiedener Studien zeigen jedoch, dass die Fähigkeit, verschiedene Rechenstrategien flexibel und auf die Charakteristika der jeweiligen Aufgabenstellung bezogen einzusetzen, in der Grundschule eher gering ausgeprägt ist (Selter, 2001; Benz, 2005; Torbeyns, de Smedt, Ghesquière & Verschaffel, 2009; Heinze, Marschick & Lipowsky, 2009). Schülerinnen und Schüler greifen häufig auf universelle Lieblingsstrategien zurück, auch wenn diese aus mathematischer Sicht ineffizient sind. Nach der Einführung der schriftlichen Rechenverfahren werden diese häufig auch dann eingesetzt, wenn sie um ein Vielfaches aufwändiger als andere Strategien sind (z.B. Selter, 2001).

Ergebnisse einiger Studien deuten gleichzeitig darauf hin, dass sich positive Effekte für Unterrichtskonzepte ergeben, welche explizit die adaptive Strategiewahl fördern (z.B. Blöte et al., 2000; Rathgeb-Schnierer, 2007). Diese Studien beziehen sich jedoch in der Regel auf umfassende Unterrichtskonzepte. Darüber hinaus werden in der Regel Ansätze, die von Anfang an die adaptive Strategiewahl in den Vordergrund stellen, einem traditionellen Unterricht gegenübergestellt, der zunächst einen Schwerpunkt auf die Einführung und Automatisierung einer universellen Strategie legt.

Bei genauerer Betrachtung lassen sich jedoch verschiedene Instruktionsansätze zur Förderung des adaptiven Rechnens gegenüberstellen. Der *explizierende Ansatz* basiert auf der Annahme, dass Strategien als prozedurales Wissen verfügbar sind, so dass beim Lösen einer Aufgabe eine Strategie adaptiv ausgewählt werden kann. Entsprechend legt der explizierende Instruktionsansatz einen Schwerpunkt auf den sukzessiven Aufbau eines Strategierepertoires durch die Automatisierung vorgegebener idealtypischer Strategien in Verbindung mit dem kontinuierlichen Aufbau von Metawissen über ihre Effizienz. Dem *problemlöseorientierten Ansatz* liegt die Annahme zugrunde, dass Strategien nicht als Lösungsmethoden im Gedächtnis vorliegen, sondern dass bei jeder Aufgabe auf Basis des konzeptuellen Wissens über Zahlen ein individueller Rechenweg generiert wird (Threlfall,

2009). Ein Kompetenzaufbau wird daher durch die Entwicklung von konzeptuellem Wissen über Zahlen und das kontinuierliche Selbstentdecken von Lösungswegen in Verbindung mit der Diskussion über ihre Effizienz angestrebt.

Bisher liegen wenige empirische Ergebnisse zum Einfluss dieser instruktionalen Ansätze auf den Erwerb der Fähigkeit zum korrekten und adaptiven Rechnen vor. Eine offene Frage ist weiterhin, ob unterschiedliche Effekte der beiden Ansätze angenommen werden können. Zur Untersuchung dieser Fragestellungen wurde im Rahmen des Projekts „TigeR“ eine kontrollierte experimentelle Studie durchgeführt. Dazu wurden die Instruktionsansätze in einem einwöchigen mathematischen Ferienprogramm umgesetzt, das in den Herbstferien 2011 am IPN in Kiel stattfand. Insbesondere wurden dabei die folgenden Forschungsfragen untersucht:

- Zeigen sich (nachhaltige) Effekte einer Intervention zu Beginn des dritten Schuljahres auf den individuellen Kompetenzerwerb zum halbschriftlichen Addieren und Subtrahieren?
- Zeigen sich unterschiedliche Effekte in Bezug auf die beiden Ansätze?

## **Design**

Die Stichprobe besteht aus 79 Schülerinnen und Schülern aus 17 Klassen der Jahrgangsstufe 3, die an diesem Ferienprogramm teilgenommen haben. Die Kinder wurden unter Kontrolle der Mathematikleistung, der Leistung in einem Strategie-Vortest sowie des sozioökonomischen Status zufällig den beiden Instruktionsbedingungen zugewiesen. Ihre 162 Mitschülerinnen und Mitschüler bilden eine Kontrollgruppe. Der Umfang der Intervention zur adaptiven Strategiewahl entsprach etwa 16 Schulstunden. Im Dezember sowie im Februar fand eine Auffrischung im Umfang von 90 Minuten statt. Die konzeptgetreue Umsetzung der Ansätze wurde durch ein Expertenrating abgesichert.

Die von den Kindern eingesetzten Rechenstrategien sowie die Korrektheit ihrer Lösungen wurden in einem Vortest (T1), einem Nachtest direkt im Anschluss (T2) sowie in zwei Follow-Up-Tests im Januar (T3) und im Juni (T4) erfasst. Die Kontrollgruppe nahm nur an den Datenerhebungen zu den Zeitpunkten T1, T3 und T4 teil, da der Nachtest während der Ferienwoche durchgeführt wurde. Die Tests zur Strategiewahl umfassen jeweils acht Items, von denen vier Ankeritems zu jedem Messzeitpunkt eingesetzt wurden. Benachbarte Messzeitpunkte enthalten zwei weitere gemeinsame Items. Neben der Korrektheit der Lösung wurde die Lösungsstrategie auf Grundlage eines differenzierten Kategoriensystems durch zwei Personen kodiert ( $\kappa > .70$ ). In einem weiteren Schritt wurde für jede Aufgabe norma-

tiv definiert, welche Strategien in Verbindung mit den jeweiligen Aufgabencharakteristika als effizient und somit als adaptiv anzusehen sind.

## Ergebnisse

Zur Untersuchung der Effekte der Intervention im Vergleich mit der Kontrollgruppe werden Varianzanalysen mit Messwiederholung auf Grundlage der vier Ankeritems durchgeführt. Dazu werden zunächst beide Experimentalgruppen gemeinsam betrachtet. In Bezug auf die Adaptivität der Lösungen zeigt sich zum einen ein signifikanter Haupteffekt „Zeit“ ( $F(2,456)=15.5$ ,  $p<.001$ , part.  $\eta^2=.064$ ) und zum anderen ein signifikanter Interaktionseffekt „Zeit\*Gruppe“ ( $F(2,456)=13,19$ ,  $p<.001$ , part.  $\eta^2=.055$ ). Für die Korrektheit der Lösungen ergibt sich ebenfalls ein signifikanter Haupteffekt „Zeit“ ( $F(2,456)=47.25$ ,  $p<.001$ , part.  $\eta^2=.172$ ), jedoch kein signifikanter Interaktionseffekt „Zeit\*Gruppe“. Während sich die Experimentalgruppe somit in Bezug auf die Adaptivität von der Kontrollgruppe unterscheidet, entwickelt sich die Korrektheit der Lösungen weitgehend parallel (vgl. Abbildung 1).

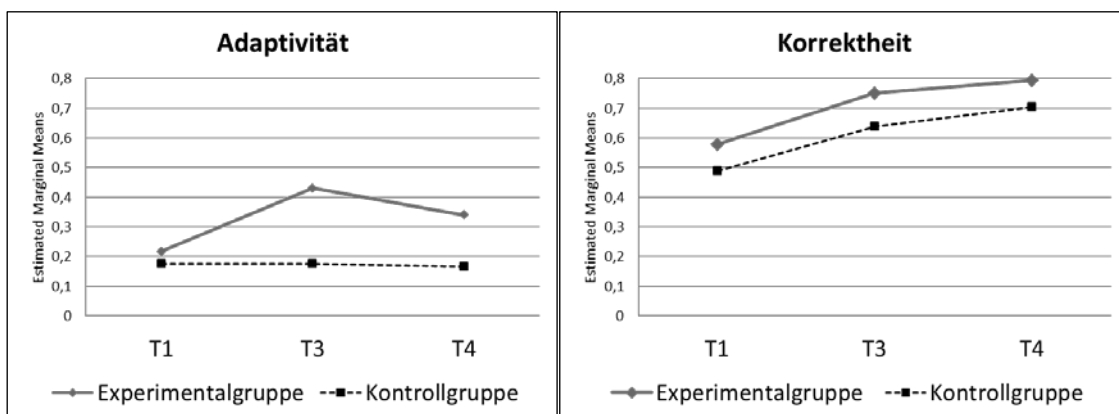


Abbildung 1: Entwicklung des Einsatzes adaptiver und korrekter Strategien der Experimentalgruppe im Vergleich mit der Kontrollgruppe

Zum Vergleich der beiden Ansätze werden Kovarianzanalysen mit Messwiederholung durchgeführt. Als Kovariate werden kognitive Grundfähigkeiten einbezogen. Es ergeben sich jedoch weder in Bezug auf die Adaptivität noch in Bezug auf die Korrektheit signifikante Interaktionseffekte „Zeit\*Gruppe“. Vertiefende Analysen der Aufgabenbearbeitungen während des Ferienprogramms deuten jedoch darauf hin, dass die Ansätze in Bezug auf das Strategierepertoire der Kinder zu spezifischen Effekten führen. Während in der Gruppe des explizierenden Ansatzes eher idealtypische Strategien eingesetzt werden, verwendet die Gruppe des problemlöseorientierten Ansatzes eine größere Breite von verschiedenen Strategien. Darunter sind darüber hinaus häufiger Mischformen zu finden.

## Diskussion und Ausblick

Die einwöchige Intervention zeigt nachhaltige Effekte in Bezug auf den Kompetenzerwerb zur adaptiven Wahl von Rechenstrategien. Nach drei Monaten zeigen die Kinder, die am TigeR-Ferienprogramm teilgenommen haben weiterhin eine höhere Adaptivität in ihrer Strategiewahl als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler. Auch nach acht Monaten – nach der Einführung der schriftlichen Strategien – bleibt ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen bestehen. Die Intervention zeigt keine Effekte auf die Korrektheit der Lösungen. Die plausible Annahme, dass das Kennenlernen und Anwenden mehrerer verschiedener Strategien zu einer erhöhten Fehlerquote führt, lässt sich somit nicht bestätigen.

Im Vergleich beider Instruktionsstrategien zeigen sich auf Gruppenebene keine signifikanten Unterschiede. Eine Betrachtung der angewendeten Strategien im Detail deutet jedoch durchaus auf spezifische Effekte hin. Derzeit werden dazu weiterführende Analysen durchgeführt. Darüber hinaus werden vertiefende Analysen mit Bezug auf leistungsstärkere und leistungsschwächere Teilgruppen sowie unter Berücksichtigung von Interviewdaten zum Erkennen von Aufgabencharakteristika und zu den Kriterien der Strategiewahl durchgeführt.

## Literatur

- Benz, C. (2005). *Erfolgsquoten, Rechenmethoden, Lösungswege und Fehler von Schülerinnen und Schülern bei Aufgaben zur Addition und Subtraktion im Zahlenraum bis 100*. Hildesheim: Franzbecker.
- Blöte, A. W., Klein, A. S., & Beishuizen, M. (2000). Mental computation and conceptual understanding. *Learning and Instruction, 10*, 221-247.
- Heinze, A., Marschick, F., & Lipowsky, F. (2009). Addition and Subtraction of Three-Digit Numbers: How adaptive is German 3rd-Graders' strategy use? *ZDM - International Journal on Mathematics Education, 41*(5), 591-604.
- Rathgeb-Schnierer, E. (2007). Kinder auf dem Weg zum flexiblen Rechnen: Eine Untersuchung zur Entwicklung von Rechenwegen bei Grundschulkindern auf der Grundlage offener Lernangebote und eigenständiger Lösungsansätze. *Journal für Mathematik-Didaktik, 28*(2), 173-174.
- Selter, C. (2001). Addition and Subtraction of Three-Digit Numbers: German Elementary Children's Success, Methods and Strategies. *Educational Studies in Mathematics, 47*, 145-173.
- Threlfall, J. (2009). Strategies and flexibility in mental calculation. *ZDM - International Journal on Mathematics Education, 41*(5), 541-555.
- Torbeyns, J., Ghesquière, P., & Verschaffel, L. (2009). Efficiency and flexibility of indirect addition in the domain of multi-digit subtraction. *Learning and Instruction, 19*(1), 1-12.