

Andreas OBERSTEINER, München, Kristina REISS, München, Stefan UFER, München

## **Reaktionszeitexperimente zur Messung von Lerneffekten im ersten Schuljahr**

### **1. Theoretischer Hintergrund und Fragestellung**

Im arithmetischen Anfangsunterricht werden unter anderem strukturierte Anschauungsmittel eingesetzt. Beim Zwanzigerfeld beispielsweise befinden sich stets zehn Punkte in einer Reihe, wobei diese wiederum durch räumliche Trennung in zwei Fünfergruppen geteilt sind. Der Zweck einer solchen Darstellung besteht darin, dass Kinder die vorgegebenen Strukturen nutzen können, um Anzahlen sehr schnell und ohne Zählen (quasisimultan) zu erfassen. Ferner soll die enthaltene Struktur bei häufiger Verwendung in die mentale Repräsentation der Kinder übernommen werden (z. B. Krauthausen & Scherer, 2007). Für diese Annahmen liegen bisher – anders als für den im asiatischen Raum verbreiteten Abakus, der ebenfalls eine feste Strukturierung enthält (z. B. Stigler, 1984; Frank & Barner, 2011) – so gut wie keine empirischen Belege vor. Dies gilt nicht nur für die spezifische Wirkung strukturierter Anzahlrepräsentationen nach gezieltem Training, sondern ganz grundsätzlich für die Annahme, dass Kinder die vorhandenen Strukturen *überhaupt* zur Anzahlbestimmung nutzen. Mit der vorliegenden Studie wird hier ein Beitrag geleistet. Als Methode wurden computerbasierte Tests gewählt, bei denen die Reaktionszeiten in Aufgaben zur Anzahlerfassung erhoben wurden. Es sollte untersucht werden, a) ob Schülerinnen und Schüler im ersten Schuljahr die Struktur des Zwanzigerfeldes zur Anzahlbestimmung nutzen, und b) ob die Fähigkeit des Quasisimultanerfassens am Zwanzigerfeld durch eine kurzfristige Intervention messbar gefördert werden kann.

### **2. Methode**

Im Rahmen des Projekts *MenZa – Mentale Repräsentation von Zahlen und der Erwerb arithmetischer Kompetenz* (vgl. Obersteiner, Ufer & Reiss, 2010) wurden insgesamt 204 Schülerinnen und Schüler des ersten Schuljahres in basalen numerischen Fähigkeiten gefördert. 50 Kinder erhielten eine Förderung im quasisimultanen Anzahlerfassen am Zwanzigerfeld, während 96 Kinder einer Förderbedingung ohne eine Förderung in diesem Bereich angehörten und für die vorliegende Betrachtung als Kontrollgruppe fungieren.<sup>1</sup> Vor und nach zehn Interventionssitzungen bearbeiteten die

---

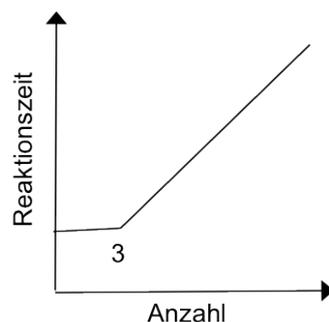
<sup>1</sup> In dem Projekt wurde noch eine weitere Förderbedingung realisiert, auf die hier nicht eingegangen wird (s. hierzu Obersteiner, im Druck).

Kinder unter anderem die folgenden computerbasierten Tests zur Anzahlerfassung, bei denen die Reaktionszeiten gemessen wurden:

*Punkte zählen:* Auf dem Bildschirm erschien nach einem Wartekreuz von 2 Sekunden eine bestimmte Anzahl von Punkten in nicht strukturierter Anordnung. Die Kinder waren aufgefordert, so schnell wie möglich (und innerhalb von maximal 15 Sekunden) die korrekte Anzahl der Punkte zu bestimmen und dann die Leertaste zu drücken. Anschließend sollten sie die Anzahl der Punkte über die Tastatur eingeben. Gemessen wurde die Reaktionszeit vom Zeitpunkt der Punktanzeige bis zum Drücken der Leertaste. Der Test enthielt 20 Items mit den Anzahlen von 1 bis 20, die in randomisierter Reihenfolge vorgegeben wurden.

*Quasisimultanerfassen:* Diese Aufgabenstellung unterschied sich von der eben beschriebenen lediglich darin, dass die Punkte nicht in unstrukturierter Anordnung, sondern in der Struktur eines Zwanzigerfeldes dargeboten wurden und die maximale Reaktionszeit 10 Sekunden betrug.

Als Indikator für einen Fördereffekt im Quasisimultanerfassen dient ein Vergleich der Reaktionszeiten im Vor- und Nachtest. Um die Strategien der Kinder zu erfassen, wurde ferner der Verlauf der Reaktionszeiten in Abhängigkeit von der präsentierten Anzahl betrachtet. Bei unstrukturierter Punktdarstellung waren für die Anzahlen 4 bis 20 Zählstrategien und für die Anzahlen 1 bis 3 simultanes Erfassen („Subitizing“) anzunehmen. Entsprechend sollte sich ein Verlauf der Reaktionszeiten wie in Abb. 1 ergeben (vgl. Dehaene, 1999, S. 82). Für die erhobenen Reaktionszeiten konnte die Güte dieses Modells mithilfe von Regressionsanalysen geprüft werden.



**Abb. 1** Erwarteter Verlauf der Reaktionszeiten in Abhängigkeit von der Anzahl der präsentierten Punkte, wenn keine Strukturen genutzt werden können.

### 3. Ergebnisse

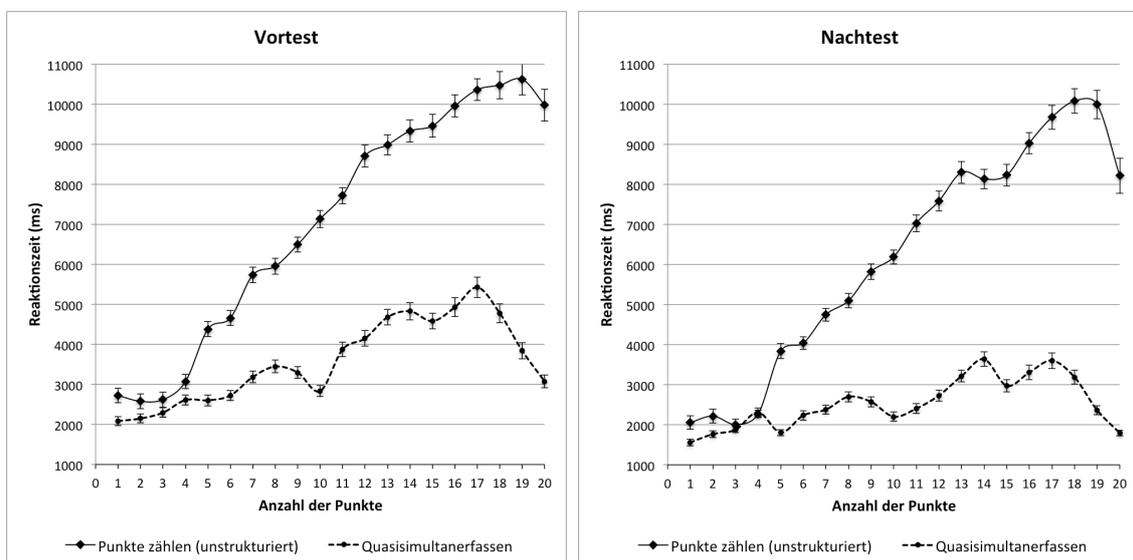
Für die Auswertungen wurden falsch beantwortete Items und solche mit extremen Reaktionszeiten (insgesamt 24,1%) ausgeschlossen. Die mittleren Reaktionszeiten können Tab. 1 entnommen werden.

**Tab. 1** Mittlere Reaktionszeiten ( $M$ ) und Standardabweichungen ( $SD$ ) in ms.

		Experimentalgruppe		Kontrollgruppe	
		$M$	$SD$	$M$	$SD$
<i>Punkte zählen</i>	Vortest	5795	337	5762	194
	Nachtest	4866	212	4987	212
<i>Quasisimultanerfassen</i>	Vortest	3337	182	3408	145
	Nachtest	2247	138	2670	113

Für beide Aufgabenstellungen waren Leistungsverbesserungen vom Vortest zum Nachtest festzustellen. Während eine Varianzanalyse mit dem Faktor *Gruppe* und der Vortestleistung als Kovariate für die Aufgabe *Punkte zählen* keinen signifikanten Gruppenunterschied anzeigte, war dies für die Aufgabe *Quasisimultanerfassen* der Fall ( $F(1, 103) = 6,52; p < 0,05$ ; part.  $\eta^2 = 0,060$ ). Die Experimentalgruppe wies in dieser Aufgabe deutlich stärkere Leistungszuwächse auf als die Kontrollgruppe.

Betrachtet man die Reaktionszeiten in Abhängigkeit von der präsentierten Anzahl, so ergab sich für die Aufgabe des *Punktezahlens* ein weitgehend erwarteter Verlauf (s. Abb. 2; vgl. das Modell aus Abb. 1).



**Abb. 2** Mittlere Reaktionszeiten (und Standardfehler) in Abhängigkeit von der Anzahl der präsentierten Punkte für beide Aufgabenstellungen im Vortest und im Nachtest. Zu beachten ist, dass zu beiden Messzeitpunkten die Reliabilität der Reaktionszeiten im *Punkte zählen* für die Anzahlen 14 bis 19 stark reduziert ist, da die Lösungsraten für diese Anzahlen unter 50% lagen und sich die Stichprobengröße entsprechend verringerte.

Bei strukturierter Punktdarbietung ergaben sich dagegen deutliche Abweichungen (s. Abb. 2). Regressionsanalysen mit der nach dem Modell aus Abb. 1 transformierten Punktzahl als Prädiktor und der Reaktionszeit als abhängiger Variable bestätigen, dass das erwartete Modell im Fall der unstrukturierten Punktdarbietung einen beträchtlichen Teil der Varianz erklärt (korr.  $R^2 = 0,604$  im Vortest bzw.  $0,553$  im Nachtest), wohingegen dies im Fall der strukturierten Präsentation nicht der Fall war (korr.  $R^2 = 0,096$  bzw.  $0,041$ ).

#### 4. Diskussion und Ausblick

Der vorliegende Beitrag zeigt, dass computerbasierte Reaktionszeitexperimente zur Erhebung numerischer Fähigkeiten bereits im ersten Schuljahr erfolgreich eingesetzt werden können. Anhand der mittleren Reaktionszeiten und der beobachteten Reaktionszeitmuster konnte empirisch belegt werden, dass Kinder im ersten Schuljahr in der Lage sind, die im Zwanzigerfeld realisierte Struktur zur Anzahlbestimmung zu nutzen. Diese Fähigkeit kann offenbar durch eine kurzfristige Intervention gezielt gefördert werden. An den vorliegenden Beitrag anschließende Forschungsfragen könnten sein, mit welchem theoretisch begründeten Modell sich die Reaktionszeitverläufe beim Quasisimultanerfassen adäquat beschreiben lassen, ob die Fähigkeit des Quasisimultanerfassens auch auf individueller Ebene reliabel erfasst werden kann und ob ein Zusammenhang zwischen dieser Fähigkeit und arithmetischen Fähigkeiten besteht.

#### Literatur

- Dehaene, S. (1999). *Der Zahlensinn oder warum wir rechnen können*. Basel: Birkhäuser.
- Frank, M. C. & Barner, D. (2011). Representing exact number visually using mental abacus. *Journal of Experimental Psychology: General*, doi: 10.1037/a0024427.
- Krauthausen, G. & Scherer, P. (2007). *Einführung in die Mathematikdidaktik* (3. Aufl.). München: Spektrum Akademischer Verlag.
- Obersteiner, A. (im Druck). *Mentale Repräsentationen von Zahlen und der Erwerb arithmetischer Fähigkeiten. Konzeptionierung einer Förderung mit psychologisch-didaktischer Grundlegung und Evaluation im ersten Schuljahr*. Münster: Waxmann.
- Obersteiner, A., Ufer, S., & Reiss, K. (2010). Förderung des Aufbaus mentaler Zahlrepräsentationen im Grundschulalter. In A. Lindmeier & S. Ufer (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2010* (S. 649–652). Münster: WTM-Verlag.
- Stigler, J. W. (1984). "Mental abacus": The effect of abacus training on chinese children's mental calculation. *Cognitive Psychology*, 16, 145–176.