

Michael von Aster / Jens Holger Lorenz (Hg.)


Inhalt

Rechenstörungen bei Kindern

Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik

Mit 78 Abbildungen und 9 Tabellen

Vandenhoeck & Ruprecht



Inhalt

Michael von Aster und Jens Holger Lorenz	
Einleitung	7

Teil 1:

Die kognitiv-neurowissenschaftliche und medizinische Perspektive

Michael von Aster	
Wie kommen Zahlen in den Kopf? Ein Modell der normalen und abweichenden Entwicklung zahlenverarbeitender Hirnfunktionen	13
Martin Schweiter und Michael von Aster	
Neuropsychologie kognitiver Zahlenrepräsentationen	34
Karin Kucian und Michael von Aster	
Dem Gehirn beim Rechnen zuschauen. Ergebnisse der funktionellen Bildgebung	54
Klaus-Jürgen Neumärker und Michael Werner Bzufka	
Diagnostik und Klinik der Rechenstörungen	73
Inge Schwank	
Die Schwierigkeit des Dazu-Denkens	93

Teil 2:

Die psychologisch-pädagogische Perspektive

Elsbeth Stern	
Kognitive Entwicklungspsychologie des mathematischen Denkens	137
Kristin Krajewski	
Früherkennung und Frühförderung von Risikokindern	150

Jens Holger Lorenz
Grundlagen der Förderung und Therapie. Wege und Irrwege 165

Liane Kaufmann, Pia Handl und Margarete Delazer
Wie Kinder rechnen lernen und was ihnen dabei hilft.
Eine kognitiv-neuropsychologische Perspektive 178

Hans-Dietrich Gerster
Anschaulich rechnen – im Kopf, halbschriftlich, schriftlich 202

Die Autorinnen und Autoren 237

Mic
Eir
Rech
Kind
fähig
anso
chern
stelle
gibt
Rech
Kom
In di
und i
nen.
Re
etwa
ergeb
nen F
2005)
tens e
im Ur
Da
Wisse
darau
dizini
wicklu
wendu
Die
che Er
Diszip
durch
lich sic
entstel
Hir
Einsich

Mit zunehmender Übung werden dann arithmetische Fakten nach und nach Bestandteil des Langzeitgedächtnisses. Zwei plus drei muss nicht mehr (denkend) zusammengezählt werden, sondern wird (wissend) abgerufen und ergibt einfach fünf.

Das Zahlwissen und das zunehmende arithmetische Faktenwissen modularisiert unter Vermittlung des mit dem Alter wachsenden Arbeitsgedächtnisses. Dieses neue Modul oder neuronale Netzwerk, das Dehaene in seinem Triple-Code-Modell »verbal word frame« nennt, entsteht, wie Untersuchungen mit funktioneller Bildgebung gezeigt haben (siehe Kapitel 3), im Bereich der linken präfrontalen sprachverarbeitenden Hirnrinde und stellt sprachlich kodiertes Zahlenwissen unmittelbar und bedarfsbezogen bereit.

Dieser Prozess beginnt schon vor Schuleintritt, also ohne systematische Beschulung. Schon im Kindergartenalter verfügen die meisten Kinder über ein beachtliches Zähl- und Zahlenwissen (vgl. Kapitel 7). Das Niveau und die Zusammensetzung des vorschulischen Zahlenwissens variiert allerdings auch beträchtlich und hängt einerseits von Inhalt und Art der Anregung ab, die Kinder in ihrer unmittelbaren Umgebung erfahren, und andererseits von dem, was sie an persönlichen Motiven und Sinnbezügen daraus extrahieren. Dies scheint auch für die Entwicklung der bereits im Kindergartenalter nachweisbaren kognitiven Geschlechtsunterschiede in Mathematik von Bedeutung zu sein. Geschlechtsspezifische primäre Spielmotive und -interessen führen Jungen offenbar früher an Zahlen heran: Sie bevorzugen kompetitive, wettkampforientierte Spiele, bei denen Zahlen als Werkzeug zum vergleichenden Messen nützlich sind (Weinhold et al. 2003).

Andererseits scheinen sprachkulturelle Gegebenheiten, also Besonderheiten der Zahlenlinguistik in den verschiedenen Sprachen, einen Einfluss auf das Niveau des vorschulischen Wissenserwerbs zu haben. Chinesische Vorschulkinder beispielsweise sind europäischen und amerikanischen Vorschulkindern voraus, was zu einem Teil wenigstens wohl auch daran liegt, dass die sehr systematische chinesische Zahlwortstruktur im Vergleich zur deutschen, englischen oder französischen keine linguistischen Irregularitäten kennt (Zahleneigennamen, Stellung von Einern und Zehnern etc., vgl. auch Kapitel 5). Durch den sehr logischen und einheitlichen Aufbau der Zahlwortstruktur gelingt es den chinesischen Kindern sehr viel früher, beim Abzählen größerer Mengen dekadische Zergliederungen vorzunehmen und damit sicherer und ökonomischer zum Ergebnis zu kommen (Miura et al. 1988, 1994).

Das chinesische Zahlwortsystem bietet damit auch optimale Voraussetzungen für das Erlernen des *arabischen Notationssystems*, der zweiten »Zahlensprache«, die nur in Form visueller Symbole existiert. Diese visuelle Zahlensprache verfügt über eine eigene stellenwertbezogene Grammatik, die von der der meisten angelsächsischen Zahlenlinguistiken deutlich abweicht. Gemeinsam mit dem Erlernen der Schriftsprache wird die arabische Zahlensprache mit Eintritt in die Schule unterrichtet. Das chinesische Zahlwortsystem korrespondiert eins

zu eins mit der arabischen Syntax. Im Gegensatz zu chinesischen Kindern müssen deutsche Kinder im schulischen Erstunterricht zahlreiche Übersetzungsregeln lernen, die sicherstellen, dass die ordinale Reihe von Zahlwörtern korrekt in die neu zu erlernende ordinale Reihe von arabischen Symbolen übertragen werden kann. Dabei stellt im deutschen Zahlwortlexikon besonders die konsequente Zehner-Einer-Inversion eine Lernschwierigkeit dar, die früher Pädagogen dazu veranlasst hat, Kinder aufzufordern, beim Schreiben arabischer Zahlen entgegen der gewohnten Schreibrichtung zuerst den Einer zu schreiben und dann den Zehner davor zu setzen, so wie es der Sprachfolge entspricht. In der Tat sind fünfundzwanzig Prozent der Fehler der deutschen Zweitklässler beim Schreiben von zweistelligen Zahlen so genannte Zahlendreher. Französische Zweitklässler kennen diese Fehlerart praktisch nicht (Koumoula et al. 2004; von Aster et al. 1997a). Man benötigt nicht viel Fantasie um sich vorzustellen, zu welchen Konfusionen es bei mehrsprachig aufwachsenden Kindern kommen kann, die für mehr als eine Sprache jeweils verschiedene Übersetzungsregeln für das Übertragen von Zahlworten in das arabische Notationssystem benötigen. Verschiedene Länder, wie die Türkei und Norwegen, haben im vergangenen Jahrhundert segensreiche Reformen der Zahlensprechweise vorgenommen, die diese Schwierigkeiten des Transkodierens praktisch eliminiert haben.

Während die Modularisierung der linguistischen Zahlenrepräsentation in den linkshemisphärischen Spracharealen erfolgt, bildet die visuell-arabische Zahlenrepräsentation, die den Umgang mit größeren Zahlen und den Erwerb komplexerer Rechenprozeduren ermöglicht, ein Netzwerk im Bereich der linken und rechten okzipito-temporalen Hirnrinde (Dehaene u. Cohen 1995).

Basale Störungen der kindlichen Sprachentwicklung oder der visuellen Informationsverarbeitung (in Andersons Theorie entspricht dies Einschränkungen der spezifischen Arbeitsgedächtnisprozessoren für sprachliche bzw. visuelle Inhalte) erschweren den Prozess der Modularisierung, also das Anlegen intakter und langfristig stabiler numerischer Gedächtnisrepräsentationen mit verbalen oder visuell-arabischen Kodierungsmerkmalen. In der Tat gehen Sprachentwicklungs- und Lese-Rechtschreibstörungen häufig mit Störungen der Zahlenverarbeitung einher (von Aster 1994, 2003)

Die abstrakt-symbolische (ordinale) Zahlenrepräsentation: Konstruktion einer Zahlenraumvorstellung

Die Zahlensprachen bilden nicht nur eine Grundlage für den Umgang mit größeren Zahlen und das Erlernen höherer Mathematik, sondern auch für die Neukonstruktion der semantischen Zahlenrepräsentation. Hier ist die Rede von einer Umformung der angeborenen konkreten (kardinalen) Mengenre-

präsentation (ordinale) Zahlen

Ich habe vor dem die Unfähigkeit auszusprechen bar wurden.

HN litt unter der größte Schwierigkeiten im Kurs war daher auch verarbeiten. Seine Größe einschätzen schlagen und Zahlen in einem der Umgang mit die Rechenoperationen auch r schreiben und z zeigt, dass HN z für jenen begrenzen behalten und zu

Verschiedene Untersuchungen erwachsenen Menschen stellt annehmbar durch arabische dem so großen Größe und Dist der ersten Grund Tatsache, dass die Response Code tersuchungen zu der rechten Hal kleinere Zahlen ausgerichtet. Von kleinere Zahlen Zweitklässler ne zeigen Schulkir (Berch et al. 199

Die Neukonstruktion intraparietalen Ergebnissen unser folgen (Kucian entwickelten Kindern zeigen,