

Neuropsychologische Aspekte der Zahlenverarbeitung

Neuropsychology of Number Processing

Margarete Delazer & Elfriede Karner

Zusammenfassung

Zahlenverarbeitung ist ein wesentlicher Bestandteil unserer Kultur. Wir verwenden Zahlen um zu ordnen, zählen, schätzen, vergleichen, rechnen, um Gleichungen zu lösen oder um zu schreiben und zu lesen. Eingeschränkte numerische Fähigkeiten reduzieren drastisch die Chancen auf dem Arbeitsmarkt, sogar noch mehr als Lese-Rechtschreibschwächen. Numerische Fähigkeiten haben eine angeborene evolutionäre Basis und werden durch Erfahrung und formalen Unterricht weiter entwickelt. Nicht wenige Kinder (ca. 6%) leiden an Dyskalkulie, das heißt an einer spezifischen Störung des Rechnens und der Zahlenverarbeitung. Störungen der Zahlenverarbeitung können auch durch erworbene Hirnschädigungen verursacht werden, z.B. durch Schlaganfall, degenerative Prozesse oder Schädelhirntrauma. Die Defizite können hoch spezifisch sein und nur einzelne Komponenten, wie das arithmetische Faktenwissen, Rechenprozeduren oder das konzeptuelle Verständnis von Arithmetik betreffen. Die genaue Diagnose von numerischen Schwierigkeiten ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Rehabilitation. Auf Grund von klinischen Studien und Forschungsergebnissen aus bildgebenden Verfahren wurden neurokognitive Modelle der Zahlenverarbeitung entwickelt. Im Triple Code Modell (Dehaene et al., 2003) werden drei verschiedene Zahlencodes angenommen und anatomischen Strukturen zugeordnet: Das Quantitätssystem (repräsentiert Größe und Relation von Zahlen in nicht verbaler analoger Form), das verbale System (Zahlen werden lexikalisch, phonologisch und syntaktisch repräsentiert) und das visuelle System (Zahlen als Verknüpfungen arabischer Ziffern). Je nach Art der Aufgabe werden verschiedene Zahlencodes aktiviert.

Abstract

Number processing is an essential part of our culture and a prerequisite needed for an effective participation in a knowledge-based society. Numbers are used for putting things in order, for counting, estimating, comparing, doing simple or complex calculations, solving equations, reading and writing Arabic numerals. Poor numerical abilities are known to detrimentally

affect getting a job even more than poor literacy does. Numeracy appears to rest on a definite evolutionary basis and is being built-up by experience and by formal instruction. A considerable proportion (approximately 6%) of children suffers from dyscalculia, which means, specific and permanent difficulties to calculate and to process numbers. Deficits in numerical processing may also be caused by acquired brain lesions due to stroke, degenerative processes or traumatic brain injury. These deficits may be highly specific and concern only single components of the complex number processing system, such as arithmetic fact retrieval, arithmetic procedures or conceptual understanding of arithmetic. Detailed diagnosis of number processing deficits is a precondition for successful rehabilitation. Based on findings from patients with brain lesions and from brain imaging studies neuro-cognitive models of number processing have been developed. The triple code model of number processing (Dehaene et al., 2003) proposes that three distinct codes of representation may be recruited and that these codes are separately implemented in the brain: a quantity system (which represents size and distance relations in non-verbal analog form), a verbal system (numbers are represented lexically, phonologically and syntactically), and a visual system (numbers are represented as strings of Arabic numerals). Depending on the task, different number codes are activated.

1. Einleitung

Wieso wissen Kinder, dass fünf größer ist als drei? Wieso können manche Schüler auch nach jahrelangem Training nicht das kleine Einmaleins? Wieso kann ein Patient nach einem Schlaganfall einfachste Rechnungen, wie 3×5 , nicht aus dem Gedächtnis lösen, aber mathematisch komplexe Strategien entwickeln? Die kognitive Neuropsychologie beschäftigt sich seit einigen Jahren intensiv mit der Erforschung der neuronalen Grundlagen von quantitativer und numerischer Verarbeitung. Hierbei werden sowohl Fähigkeiten untersucht, die ohne formale Bildung vorhanden sind und schon bei Babys und Kleinkindern nachgewiesen wurden, wie etwa das Vergleichen und Unterscheiden von Mengen, als auch Fertigkeiten, die durch jahrelanges Lernen erworben wurden, wie etwa der Umgang mit komplexen arabischen Zahlen oder Brüchen. Die Erforschung numerischer Prozesse ist von großer Bedeutung, denn im