

Gruppe 2:

Hinsichtlich der Verursachung von Rechenschwierigkeiten sind derzeit zwei Grundpositionen in der Forschungsliteratur vorherrschend. Die eine geht entsprechend dem aktuellen neurokognitiven Forschungsstand davon aus, dass wir Menschen über einen angeborenen Startermechanismus für die weitere Entwicklung mathematischer Fertigkeiten verfügen. Bei diesem Startermechanismus handelt es sich um eine sehr spezifische und basale Kompetenz, nämlich das Verständnis für Numerositäten. Es handelt sich hierbei um ein kognitives Kernsystem, das von Butterworth (1999) als „number module“ bezeichnet wird und von Dehaene (1997) in seinem gleichnamigen Buch als „number sense“. Die zweite Position sieht die Ursache für Dyskalkulie in eher allgemeinen kognitiven Defiziten (Geary & Hoard, 2005; Jacobs & Petermann, 2003; Lorenz, 2003; Rourke, 1993; zit. n. Landerl & Kaufmann, 2008), insbesondere Gedächtnisdefizite und Defizite in den exekutiven Funktionen sowie Defizite der allgemeinen kognitiven Verarbeitungsgeschwindigkeit und visuell-räumlicher und motorischer Funktionen. Bei der ersten Position handelt es sich also um ein **domänenspezifisches Defizit** und bei der zweiten Verursachungsannahme ist die Dyskalkulie eine Folge einer Beeinträchtigung **domänenübergreifender Prozesse**.

Jede Gruppe des Gruppenpuzzles wird sich in der ersten Runde mit einem Text zu jeweils einem der genannten kognitiven Defizite auseinandersetzen.

Ihr Thema: Generelle Gedächtnisdefizite

In der zweiten Runde des Gruppenpuzzles sollen Sie in der Lage sein, ihren Kolleginnen Auskunft zu geben über:

1. allgemeine Aspekte der beschriebenen kognitiven Funktion,
2. Befunde, die für das **kausale** Vorhandensein eines solchen Defizits sprechen, und
3. Befunde, die gegen das **kausale** Vorhandensein eines solchen Defizits sprechen.

Viel Spaß beim gemeinsamen Lernen!

Defizite im Langzeitgedächtnis

Ein zentrales Symptom der entwicklungsbedingten Dyskalkulie besteht in massiven Schwierigkeiten in Aufbau und Abruf des arithmetischen Faktenwissens (z. B. Einmaleins). Diese Schwierigkeiten können durch ein defizitäres Zahlenmodul gut erklärt werden, allerdings bieten sich hier natürlich auch andere Erklärungsmodelle an.

Geary (1993; Geary/Hoard 2001) nimmt beispielsweise an, dass Probleme mit dem arithmetischen Faktenwissen auf Defizite im Zugriff auf semantische Gedächtniseinträge zurückzuführen seien. Das semantische Gedächtnis ist ein Teil des Langzeitgedächtnisses, in dem wir Faktenwissen jeglicher Art (z. B. Hauptstädte, historische Daten) speichern. Aus der Demenzforschung ist z. B. bekannt, dass dieser Teil des Langzeitgedächtnisses bei Altersdemenz früher abgebaut wird als etwa das prozedurale Gedächtnis, in welchem motorische Abläufe gespeichert sind (Petersen 2004). Geary und Kollegen nehmen an, dass ein Defizit im semantischen Gedächtnis nicht nur einem Subtyp der Dyskalkulie, sondern auch der Legasthenie zugrunde liegt. Ein zentrales Symptom der Legasthenie besteht in Problemen, Wortschreibungen im Langzeitgedächtnis abzuspeichern, man könnte hier von orthografischen Fakten sprechen.

Dennoch ist die Annahme eines gemeinsamen zugrunde liegenden Gedächtnisdefizits wenig plausibel, weil die beiden Symptome auch dissoziieren können. Auch wenn die beiden Störungen oft kombiniert auftreten, so haben bei weitem nicht alle Legastheniker mit Defiziten in der Speicherung von Schriftwörtern Probleme mit dem arithmetischen Faktenwissen, und umgekehrt haben auch nicht alle Kinder mit Defiziten im arithmetischen Faktenwissen Schwierigkeiten im Schriftspracherwerb. Diese doppelte Dissoziation ist anhand einer gemeinsamen Ursache nicht zu erklären.

Auch die empirische Evidenz für Defizite im Zugriff auf das Langzeitgedächtnis bei Dyskalkulie ist wenig überzeugend. Wie effizient dieser Zugriff ist, kann z. B. anhand von Benennungsaufgaben überprüft werden. Temple und Sherwood (2002) baten etwa Kinder mit Defiziten im arithmetischen Faktenwissen, Abfolgen von Farbklecken und Abbildungen einfacher Objekte so schnell wie möglich zu benennen. Tatsächlich waren bei Dyskalkulikern die Benennungszeiten systematisch erhöht, d. h. die Kinder benötigten jeweils etwas länger, um die erforderlichen Wörter aus dem Langzeitgedächtnis abzurufen. Eine genauere Analyse der Befunde konnte die Annahme eines kausalen Zusammenhangs zwischen der Zugriffsgeschwindigkeit

keit auf das mentale Lexikon und der Zugriffsgeschwindigkeit auf numerische Fakten allerdings nicht bestätigen: Ein Teil der Stichprobe zeigte zwar Defizite in der Benennungsgeschwindigkeit für Farben und Objekte, korrekte Lösungen für einfache Multiplikationen konnten sie aber ebenso schnell finden wie eine unauffällige Kontrollgruppe.

Defizite in der Zugriffsgeschwindigkeit auf das mentale Lexikon können also gleichzeitig mit einer intakten Abrufgeschwindigkeit für arithmetische Fakten auftreten, so dass ein direkter Zusammenhang unplausibel ist. Defizite in der allgemeinen Benennungsgeschwindigkeit, welche auf Probleme im lexikalischen Zugriff hinweisen, sind typisch für Legasthenie (Vellutino et al. 2004). Für Dyskalkuliker sind derartige Defizite offenbar nur dann zu beobachten, wenn sie Zahlen und Mengen betreffen (van der Sluis et al. 2004; Willburger et al. 2008). Dies weist auf ein domänenspezifisches Defizit in der Verarbeitung von Numerositäten hin.

3.6.3 Defizite im verbalen Arbeitsgedächtnis

Das verbale Arbeitsgedächtnis dient zur kurzzeitigen Speicherung und Bearbeitung von verbaler Information (Baddeley 1986; 2000). Häufig wird angenommen, dass Defizite im verbalen Arbeitsgedächtnis auch bei der Entwicklung der arithmetischen Leistungen einen negativen Einfluss haben. Eine zentrale These besteht darin, dass Ressourcenbeschränkungen im verbalen Arbeitsgedächtnis dazu führen, dass Multiplikand, Multiplikator und das resultierende Produkt nicht gleichzeitig im verbalen Arbeitsgedächtnis behalten werden können. Daher könne in weiterer Folge kein Gedächtniseintrag für ein numerisches Faktum wie „ $4 \times 7 = 28$ “ aufgebaut werden. Da Defizite im verbalen Arbeitsgedächtnis bei Legasthenie gut belegt sind (de Jong 2006), würde diese Verursachungskonzeption auch erklären, warum Dyskalkulie häufig in Kombination mit Legasthenie auftritt.

Die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses wird üblicherweise durch Nachsprechaufgaben erhoben. Am häufigsten werden Defizite im verbalen Arbeitsgedächtnis anhand der Aufgabe Zahlennachsprechen diagnostiziert: Es wird eine Abfolge von einstelligen Ziffern mit fixer Präsentationszeit (1 Ziffer pro Sekunde) vorgesprochen. Die Ziffern müssen dann vom Probanden in korrekter Abfolge wiedergegeben werden. Die Anzahl der vorgesprochenen Items steigt systematisch an, und die Zahlenmerkspanne, also die Anzahl von Ziffern, die gerade noch korrekt wiedergegeben werden können, stellt das Maß des

Gedächtnisspeichers dar. Ziffern werden für dieses Paradigma gerne verwendet, weil man davon ausgehen kann, dass sie üblicherweise gut vertraut sind und Zahlen im Unterschied zu anderem Wortmaterial für alle Testprobanden in etwa den gleichen Vertrautheitsgrad haben. Bei Verdacht auf Dyskalkulie ist natürlich in Frage zu stellen, ob dieses Kriterium noch erfüllt ist oder ob dyskalkulische Kinder nicht aufgrund ihrer geringeren Vertrautheit mit Zahlen und Ziffern (oder einer negativen Einstellung zu Zahlen) von vornherein bei einer derartigen Aufgabenstellung benachteiligt sind.

Neben der Kapazität des verbalen Kurzzeitspeichers stellt die sogenannte phonologische Schleife die zweite zentrale Komponente des verbalen Arbeitsgedächtnisses dar (Baddeley 1986; 2000). Die phono-

logische Schleife beeinflusst die Merkleistung durch subvokales Wiederholen des Gedächtnismaterials und hilft, den Gedächtnisinhalt länger aktiv zu halten. Besonders wenn der Inhalt des Speichers nicht nur wiedergegeben, sondern auch bearbeitet werden soll, wie dies etwa beim Kopfrechnen der Fall ist, spielt auch die sogenannte zentrale Exekutive eine wichtige Rolle: Anhand dieser wird die Bearbeitung durchgeführt und überwacht. Diese Komponente wird ebenfalls häufig anhand des Zahlennachsprechenparadigmas erhoben, indem die verbal präsentierte Zahlenabfolge rückwärts, also in umgekehrter Reihenfolge, wiedergegeben werden muss. Defizite in den exekutiven Funktionen bei Dyskalkulie werden im nächsten Abschnitt noch genauer diskutiert.

Die Befundlage, ob bei Kindern mit Dyskalkulie tatsächlich Defizite im verbalen Arbeitsgedächtnis vorliegen, stellt sich sehr uneinheitlich dar. In einigen Studien (D'Amico / Guarnera 2005; McLean / Hitch 1999; Siegel / Ryan 1989) schnitten Kinder mit Dyskalkulie bei Aufgaben, die das Behalten von Ziffern erforderten, zwar schlechter ab als eine Kontrollgruppe, bei Aufgaben, die ziffernfrees Material enthielten, waren ihre Leistungen aber unauffällig. Hier könnte spekuliert werden, dass das Behalten von Ziffern möglicherweise eine spezielle Subdomäne des verbalen Arbeitsgedächtnisses darstellt. Andererseits könnte es auch sein, dass die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses gar nicht beeinträchtigt ist, sondern dass betroffene Kinder mit dem Inhalt bestimmter Arbeitsgedächtnisaufgaben, nämlich Ziffern, Verarbeitungsprobleme haben.

Koontz und Berch (1996) fanden Defizite für dyskalkulische Kinder sowohl für das Nachsprechen von Ziffern als auch von Buchstaben, was eher für eine generelle Beeinträchtigung des verbalen Arbeitsgedächtnisses spricht (für gegenteilige Resultate s. jedoch

Hitch / McAuley 1991). Geary und Kollegen (1999) berichten für eine Gruppe rechenschwacher Kinder unauffällige Leistungen beim Zahlennachsprechen vorwärts, aber defizitäre Leistungen beim Zahlennachsprechen rückwärts. Dieser Befund würde dafür sprechen, dass möglicherweise nicht die phonologische Schleife, sondern eher die Komponente der zentralen Exekutive von dyskalkulischen Kindern beeinträchtigt ist.