

Susanne Bertschinger und Daniel Brandeis

Erforschung des Lesevorgangs bei Legasthenie (Dyslexie)

Wenn wir Fachleuten die Frage nach den Ursachen von Legasthenie oder Dyskalkulie stellen, erhalten wir in der Regel sehr unterschiedliche Antworten - je nachdem aus welchem Fachgebiet der oder die Betreffende kommt. Es gibt eine Reihe von unterschiedlichen Erklärungsmodellen, was sich auch in der oft recht verwirrenden Vielfalt von Therapieansätzen widerspiegelt. Kann uns da nicht die Forschung weiterhelfen?

Wie es scheint, sind diese Lernstörungen bei uns aber in den letzten Jahren immer weniger zum Gegenstand von wissenschaftlichen Forschungen geworden. Die Frage nach den Gründen steht im Raum. Eines scheint sich jedoch abzuzeichnen: Die Forschungsergebnisse liefern uns keinen schlüssigen Hinweis auf eine Therapie, die Legasthenie/ Dyskalkulie innert nützlicher Frist heilen kann.

Dyslexien und Hirnfunktion

Wie funktioniert das Gehirn beim Lesen? Welche Funktionen und Gebiete werden dabei im Gehirn aktiviert? Zeigen Kinder mit Dyslexien veränderte Aktivierung? Die funktionelle Erforschung des Gehirns hat uns im «Jahrzehnt des Gehirns» (1990-2000) den Antworten auf solche Fragen wesentlich nähergebracht, wie hier kurz dargestellt werden soll.

Messverfahren: Gehirnaktivität kann heute von aussen gefahrlos und beliebig oft gemessen werden. Dies hat entscheidend zum Erfolg der funktionellen Erforschung des Gehirns («funktionelles Brain Mapping») beigetragen. Die verschiedenen Verfahren messen unterschiedliche Anteile der Gehirnaktivität und ergänzen sich. Das EEG (Elektroenzephalogram) oder MEG (Magnetenzephalogram) erfasst die schnelle Übertragung elektrischer Signale zwischen Nervenzellgruppen. Die Stärke solcher Messungen sind Fragen nach dem «wann»: selbst Vorgänge, die sich beim Lesen in Sekundenbruchteilen folgen, werden getrennt erfasst. Metabolische Messungen erfassen langsamere Versorgungsvorgänge; das fMRI (funktionelle Magnetresonanzbildgebung) etwa die Sauerstoffsättigung im Blut. Die Stärke solcher Messungen sind Fragen nach dem «wo»:

welche Gebiete im Gehirn beim Lesen aktiviert werden lässt sich genau bestimmen.

Aktivierung beim Lesen: Beim Lesen werden meist die hinteren «Sehregionen» und die klassischen hinteren «Wernicke» und vorderen «Broca» Sprachgebiete in der linken Hirnhälfte, aber auch weitere Hirngebiete in beiden Hirnhälften aktiviert. Die Sprachgebiete arbeiten meist als Netzwerk zusammen. Sie werden beim Lesen schon Sekundenbruchteile nach den Sehgebieten aktiviert (1, 2, 3), und vordere und hintere Sprachgebiete können in der gleichen Zehntelssekunde aktiv sein. Die Spezialisierung der linken Hirnhälfte für Sprache zeigt sich meist anhand der stärkeren oder um Sekundenbruchteile schnelleren Aktivierung durch Sprache, Silben oder Buchstaben (2, 3, 5).

Lesen bei Dyslexien: Kinder oder Erwachsene mit Dyslexien lesen mühevoller, langsamer und fehlerhafter als Kontrollgruppen. Funktionelle Messungen zeigen,

dass dabei sowohl die Verarbeitung der Wortform in spezialisierten Sehgebieten als auch die spätere sprachliche Verarbeitung in den hinteren Sprachgebieten betroffen ist (1, 6). Entsprechend ist auch die Aktivität in bestimmten hinteren Seh- und Sprachgebieten vermindert, während vordere Sprachgebiete normal oder stärker aktiviert werden (7). Die anfänglich schwächere Verarbeitung findet sich für alle Wörter und für wortähnliche Muster, die anschließende Verarbeitung der Bedeutung ist aber nur beim Lesen unerwarteter Wörter verzögert (1).

Seh- und Hörfunktionen bei Dyslexien: Lesen will gelernt sein - nicht umsonst wird Dyslexie als Schwäche beim Erlernen des Lesens definiert. Deshalb sucht man nach Kernproblemen, die zur Entstehung von Dyslexien führen könnten: Sind spezialisierte Seh- oder Hörfunktionen betroffen? Liegen die Probleme in der zeitlichen Auflösung der Verarbeitung? Werden die betroffenen Funktionen nur durch Sprache aktiviert? Eine Reihe von Forschungsarbeiten zeigt, dass bei Dyslexien oft spezialisierte Seh- und Hörfunktionen betroffen sind, welche für die Unterscheidung von Sprachlauten, die Laut-Schrift-Zuordnung, oder die Wahrnehmung von Wortformen wichtig sind. Die Hörfunktionen von Kindern mit Dyslexien haben offenbar mit manchen Sprachlauten Mühe. Die Antwort des Gehirns auf Abweichungen in einer Silbenfolge («da-da-da-ba») ist bei Kindern mit Dyslexien vermindert, während die Antwort auf Abweichungen der Tonhöhe in dieser Studie normal war (8). Andere Studien fanden auch schwächere Antworten auf Abweichungen der Tonhöhe (9) oder auf schnelle Tonfolgen (10). Einzelne Sehfunktionen bei Dyslexien arbeiten offenbar ebenfalls etwas anders, selbst wenn es weder um das Lesen noch um sprachliche Verarbeitung geht. Gebiete und Funktionen, die der Wahrnehmung von Umrissen oder Bewegung dienen, werden verzögert oder schwächer aktiviert (11, 12, 13), die Abschwächung ist bei ausgeprägter Leseschwäche besonders deutlich.

Plastizität und Training: Das Gehirn kann manche Funktionen bei Bedarf dauernd auf andere Art ausführen oder in andere Hirngebiete verlagern. Solche Plastizität ist offenbar viel weiter verbreitet als früher angenommen wurde. Sie findet sich sowohl bei Erwachsenen als auch bei Sinnesfunktionen, die stark spezialisierte Hirngebiete benötigen und lange als weitgehend «festverdrahtet» galten. Plastizität tritt nicht nur bei der Erholung des Gehirns nach Schädigungen auf, sondern auch nach intensivem Training. Je nach Verfahren lässt sich eine Beschleunigung, Ausdehnung oder Verlagerung der Aktivierung nachweisen. Training kann beim Erwachsenen die Wahrnehmungsschwellen und Verteilung der Gehirnaktivität bei spezialisierten Seh- und Hörvorgängen (14, 15, 16) ändern. Kinder mit Sprachstörungen zeigen nach intensivem Training der Wahrnehmung von schnellen Übergängen in Sprachlauten eine verbesserte sprachliche Leistung (17, 18); diese Ergebnisse sollten aber in unabhängigen Studien bei Kindern mit Dyslexien bestätigt werden.

Ausblick: Der Nachweis von Plastizität lässt die funktionellen Befunde bei Dyslexien in einem neuen Licht erscheinen: auch bei Schwächen spezialisierter Höroder Sehfunktionen geht es um grundsätzlich trainierbare Hirnfunktionen, nicht um geschädigte Hirnstrukturen. Für die weitere Forschung ergeben sich Herausforderungen, die eine enge Zusammenarbeit mit den betroffenen Kindern, Eltern, Lehrerinnen und Therapeutinnen erfordern. Welche dieser spezialisierten

Funktionen betroffen sind, muss bei unterschiedlichen Formen von Dyslexie und letztlich beim einzelnen Kind sorgfältig untersucht werden. Kontrollierte Studien müssen klären, welche dieser Funktionen trainiert werden können, bei welchen Kindern sich dadurch die Leseleistung langfristig verbessert, und wie solche Trainings erprobte Therapien ergänzen können.

- 1 Brandeis et al. Acta Paedopsychiat 56, 1994;
- 2 Brandeis et al, Brain Topogr 8, 1995
- 3 Khatib et al, Int J Psychophysiol, 32,1999
- 4 Zouridakis et al, Brain Topogr 11, 1998
- 5 Ackermann et al, Cogn Brain Res 7, 1999
- 6 Salmenin et al, Ann Neurol 40, 1996
- 7 Shaywitz et al, Proc Natl Acad Sci U S A 95, 1998
- 8 Schulte-Körne et al. Neuroreport 9, 1998
- 9 Baldeweg et al., Ann Neural 45, 1999
- 10 Nagarajan et al . Proc Natl Acad Sci USA 96, 1999
- 11 Kubova, Physiol Res 45, 1996
- 12 Eden et al, Nature 382, 1996
- 13 Demb et al, Proc Natl Acad Sci USA 94, 1997
- 14 Skrandies et al, Neuroreport 10, 1999
- 15 Cansino et al, Brain Res 764, 1997;
- 16 Tremblay et al. J Acoust Soc Am 102,1997
- 17 Tallal et al, Science 271, 1996
- 18 Merzenich et al, Science 271, 1996

Adresse: Susanne Bertschinger, Bodenweg 21, 8406 Winterthur. Tel. Fax 0041(0)52 202 17 07. E-mail Susanne. bertschinger@bluewin.ch
PD Dr. Daniel Brandeis, Zentrum für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Universität Zürich, Neumünsterallee 9, CH-8032 Zürich